无线电 合订本

2006 年（下）

《无线电》杂志社　编

人民邮电出版社
北　京

江苏仪征市培明电子仪器厂长年生产邮售

●飞利浦彩卡、数字卡、清晰度卡，分别有PAL、NTSC、SECAM三种制式,适用于电视台和电视机生产厂价3500元

● YZ- HDTV（高清）信号发生器价2200元

● 996B 5MHz数字合成信号源：可输出正弦波、三角波和方波，输出频率从0.1Hz-5MHz,具有调频、调幅、调相、扫频、键控和测频等功能2350元

●YZ、YZ-2、YZ-3显像管检测仪:检测显像管的老化和激活已老化的显像管485、750、245元

● YZ-052高频信号发生器：数显0.1—120MC的连续波及调频调幅信号,输出电平>99dB,适合实验室、学校和无线电接收机的制造厂860元

● YZ-4彩电中频中周校准仪：测100K—40MC晶振频率和38 MC中周145元

● YZ-5彩电中频中周在线校准仪：测电容10P-1000μF、测100K—100MC晶振频率和38 MC（AFT）、 中周在线测试、、光电耦合器及遥控器好坏测试195元

●YZ-2003型多功能智能频率计:0.001Hz-2.4GHz,测数字手机频率和GSM制射频帧周期，区别手机制式（GSM或CDMA）累计计数、周期及晶体测量，工作状态记忆等功能 320元

● YZ-2003B十位智能数字频率计：10Hz-2.4GHz，有求差计算功能，周期分辨率为0.01μs，分别测波顶、波底和整个波周期，连续波周期和捕捉单个波周期355元

● ZWF-3频率计：频率10Hz-2.4GHz、2-30MHz晶振185元

●ZWF-3B多功能频率计:频率10Hz-2.4GHz、校正38MC中周、100K—40MC晶振测试255元

●868-4:PAL/M.N/NTSC多制式电视信号发生器855元（特殊要求可定做）

● YZ-SECAM电视信号发生器720元

● ZYQ-2C彩显信号发生器：三种显示方式，12种测试图形 155元

● YZ-062彩显信号发生器：三种显示方式，16种测试图形（高精度，高指标）265元

●视频叠加器：在视频图像中叠加“+”字图形，上下左右可任意移动。价650元

● YZ-2行输出短路测试仪：检测黑白、彩行短路、晶体管稳压电源165元

●YZ电解电容耐压漏电流测试仪：0-1500V数显电解电容耐压和漏电流、二极管、三极管反压、稳压管稳压385元

●YZ-056型电解电容耐压漏电流测试仪，0-2000V数显快速测量电解电容耐压和漏电流880元

●996、996A（数显）函数信号发生器：1Hz-1MHz正弦波、三角波、方波、锯齿波，0-20V输出350、 420元

●YZW-3彩电维修电源：12V、16V、24V、54V、110-140V可调，双表头165元，常年邮售电视信号发生器868－2、868－3等四十余种，邮费一律8元。

本厂产品终生免费保修，免费索取彩照、资料，欢迎经销邮购。

厂址:仪征市大庆北路86号　电话／传真:0514-3432495 3412447　名称：江苏仪征市培明电子仪器厂　邮编:211400
开户银行：工商行仪征支行　网址:www.peiming.com.cn　帐号：1108010109000021039　厂长:易培明
易培明交行卡号：60142850160534407　农行卡号：9559980446010469117　邮政储蓄帐号：603129001200898323
手机短信实名:培明电子　厂长信箱：yipeiming@peiming.com.cn　jszc@peiming.com.cn　联系人:涂小姐

二十一世纪家电维修的必备工具　随身带的“老师”和“专家”

中国大型家电维修与教学软件（简称启明维修软件）

2006A版 集6万多种机型的维修经验、18万种元器件的电气参数和10万张电路图
改进了故障诊断和元件参数的查询方法，提高了故障诊断的准确性和效率
采用USB软件狗，使之适应各种计算机系统，并且提高了加密强度
新增了EEPROM写入器及存储器数据

本软件2006A版有十大功能：①计算机辅助诊断故障原因、部位和元件，②速查整机和单元电路图10万多张，③速查几十类共18万种元器件电气参数、代换型号和相关图形（含2万种集成块、8万多种三极管和高频头、遥控器、行输出变压器、彩色显像管、二极管、可查到4万6千多只集成块的代换型号），④增加了EEPROM写入器，能够解决电视机、影碟机等存储器数据写入与保存问题，⑤具有编辑和显示用户维修经验、数据的电子笔记本（个人数据库），⑥多媒体教学讲解电视机（含I²C总线、开关电源）、手机、VCD原理，图、文、声并茂，⑦常用家电汉、英文及缩写三向互查电子字典（10万多条），帮助速译电路图和面板上的英文及缩写，⑧速查无线电、家电维修、电子报等多种期刊近十年科技文献目录（13万多条），⑨家电维修经营管理和物流管理功能；⑩能速查电视机、摄录像机、通信、交通等43种产品的电路工作原理。2006A完全继承了2005A的全部功能，并对2005A在运行中暴露的缺点、错误和不安全因素进行了脱胎换骨的改造。本软件2006A与2005A相比，**具有九大优点：**①2006A功能更强大，内容更丰富，本软件总容量增至16.5G，企业版的光盘总数增加到31张！②2006A使用USB接口软件狗，彻底解决了软件狗和打印机同时抢占并口的矛盾！③新增EEPROM写入器(总线彩电复制器)，可对24CXX系列芯片的总线数据进行快速备份、擦除和改写！它适用于各种Windows平台。本软件自带丰富的I²C数据，可满足电视、彩显、影碟机等产品的维修需求。④对故障诊断的经验查询部分进行重新架构与设计：a.查询方式简单易学，克服了2005A版中替代查询方式难学，不易掌握之缺点；b.用户反映2005A版查询电视机故障诊断经验方便有效，对其他产品则不然。2006A版为此作了重大改进，查询其他产品故障诊断经验与电视机一样，都很方便、快捷有效；c.故障诊断经验比2005A版在深度与广度方面都有大幅度的增加。同时用过2005A版和2006A版的用户都说，2006A版本的故障诊断能力比2005A增强了10倍！⑤2006A版克服了2005A版在使用过程中暴露出来的各种错误。⑥对查看电路原理方面作了重要的改进。能查询到的产品种类和内容与2005A相比成数倍增加。⑦查故障时可调出相关电路图。查电路图时可以调出相关集成块参数。打印图纸更方便。可整张、局部或分页打印！⑧2006A版能在各种Windows操作系统下运行。使用更方便、智能化程度更高！⑨2006A版有VCD光盘和DVD光盘两种形式，DVD光盘容量大，光盘数少，易保管，价格更优惠！**本软件分为六种版本：**①电视机专版（含电视机、投影电视、卫星电视接收机、有线电视、小家电、UPS电源等），②音像制冷版（包含电视机专版全部内容，另增摄像机、录像机、VCD、DVD、音响、空调、冰箱、洗衣机、小家电、医疗器械等），③通信计算机版（含手机、电话、小灵通、传真机、计算机、显示器、打印机、复印机、游戏机、UPS电源等），④专业版（包括音像制冷版和通信计算机版的全部内容），⑤汽车摩托车版（包括汽车、摩托车、电动自行车、汽车音响的电器维修），⑥企业版(包括专业版和汽车摩托车版的全部内容)。团体购买优惠，欢迎代销，免费索取软件介绍资料。购买2006A软件赠送存储器写入器。
总设计、主编：冯启明。通信地址：武汉市喻家山华中科技大学喻园小区9栋17单元1002室　冯启明邮编：430074

电话（节假日照常服务，每天8:00至17:30):027-87546258、87542465（兼传真）。1379049281 QQ:645541080 或78268261，Email: fqm@qmstar.com或fqm701@mail.hust.edu.cn　维修网站: www.qmstar.com或www.qmstar.net
请关注本刊、家电维修、电子报2007年各期有关本软件的广告。

学单片机去　北京鑫嘉智科技

搞单片机程序开发还是去　北京鑫嘉智科技

一：单片机培训

单片机是单片微型计算机的简称，是在一块硅片上集成了CPU、RAM、ROM、定时器／计数器、中断和多种I/O端口的完整数字处理器。随着大规模集成电路制造技术的飞速发展，单片机的功能日益完善，广泛应用于如家用电器、玩具、电信、工业控制、仪器仪表等各个领域之中。如果您现在依然从事于用硬件开发产品，那么学习单片机将是一件迫在眉睫的事情了。用单片机开发出来的产品成本低、功能强大，并且只要更改程序就能使同一种产品在不变更硬件的前提下更新升级。

北京鑫嘉智科技中心专门从事各类单片机培训，培训班已经开了十几年了，全国各地很多电子爱好者或从事电子方面工作的电子工程师到我中心参加了培训班的学习。并且学以至用，很多学员已经投入到单片机开发类的行业中了。学习单片机需要掌握哪些方面的知识呢？首先您要懂一些电子方面的知识，最好自己动手做过一些小产品，认识一些电子器件：电阻、电容、三极管等。其次您最好对电脑操作有一些了解，能使用键盘及鼠标。有了这两方面您就可以学习单片机了。小班授课，人守一机，有ATMEL51、PIC、EM、AVR等型号单片机供选择。从汇编语言的指令开始学起，然后自己亲自动手组装实验板，编程序，每做完一个程序烧录一次芯片，您可以马上在实验板上看到程序运行的结果，真正做到理论结合实际。由浅入深，指令无需死记硬背就可以熟练掌握了。

1：　单片机ATMEL89S51型或PIC16F84型初级班面授课：培训时间：7天，上一次课记录一次时间。学费：780元

发给每位学员的资料包括：一块实验板、一块芯片、一本资料、一张光盘（含仿真软件及实验程序）。

2：　单片机ATMEL89S51型或PIC16F84型初级班函授课：技术支持：6个月。学费：580元

函授资料包括：一块实验板、一块芯片、一本资料、一张光盘（含仿真软件及实验程序）、一条程序下载线。

3：　单片机ATMEL89S51型或PIC16F84型中级班面授课：培训时间：20天，上一次课记录一次时间。学费：2480元

培训内容：时控、温控、液晶屏、通讯接口（I^2、单总线、RS232、RS485、SPI）。或按照自己感兴趣的内容培训。

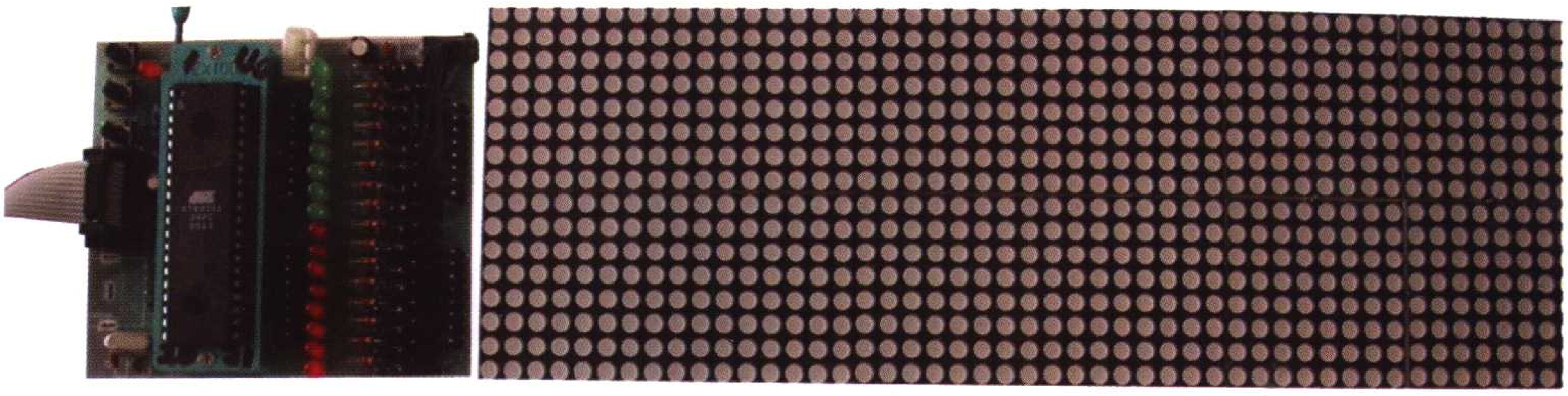
发给每位学员的资料包括：一块实验板、一块芯片、一本资料、一张光盘（含仿真软件及实验程序）。

4：　单片机ATMEL89S51型中级班函授课：技术支持：6个月。学费：2280元。

学习内容：时控、温控、液晶屏、通讯接口（I^2、单总线、RS232、RS485、SPI）。

函授资料包括：一块实验板、一块芯片、一本资料、一张光盘（含仿真软件及实验程序）、一条程序下载线。

5：LED点阵套件：含点阵屏（48点×16点）、驱动板、芯片（89S51）、光盘（内含仿真软件、实验程序、中、英文字模软件等）各1份。是动手学习单片机LED 显示屏的理想教材。每套380元。一块驱动板最多可以带动4块点阵屏。另购买点阵屏120元／块。



二：单片机开发

专门承接各类单片机开发工作，如家用电器、工控产品、仪器仪表等。您只需将开发的具体要求传真至010-63189469，我们会在当天给您答复，程序开发周期及费用根据开发的具体要求而定。如果您有开发的问题就马上与我们联系吧！

三：公司自有产品：产品量大从优。普通包裹邮费10元。快递包裹按实际费用收取。

1：自动感应水龙头模块，功能：伸手自动出水，手离开水自动关闭。

6A：供电式26元／块；6B：电池式35元／块。6C：电池式36元／块（4种工作方式选择：冲大便、小便、洗手、淋浴）。

2：温度控制板：测量范围：−55℃～125℃

1A：带一路继电器开关并可设定温度上下线：85元／块。1B：无开关，只测量温度并显示：29元／块。

3：电话远程遥控开关：可用电话远程遥控继电器的开关，五位密码。7A：单开关78元／块；7D：三开关88元／块。

4：测距板：测量范围：0.5m～6m。1A：带两路继电器开关：158元／块。1B：无开关，只测量距离并显示：58元／块。

四：实用电子应用技术培训与转让：LED显示屏、三色LED变光灯、超声波测距、超声波加湿、红外线感应水龙头、感应便冲器、感应开关、来电显示与打印、定时电子钟等。

北京鑫嘉智科技中心

地址：北京市宣武区长椿街西里7号东楼504室　　邮编：100053　　联系人：付国迎

电话：(010) 63189417　　63189461　　63189469 (兼传真)　　13910331843

电子信箱：xjz23@sohu.com　网址：www.51186.com

无线电 合订本

2006年(下) 目录

电脑·单片机·通信

跟我学做印制电路板

如何使用“元器件封装制作向导” …………黄培根 1
如何创建二极管和电解电容封装 …………黄培根 19
如何创建特殊元件的封装 …………黄培根 39
板框设计、元件调出与合理布局 …………黄培根 54
绘制铜膜走线和“跳线”的使用 …………黄培根 72
简单实用的“丝网印刷”工艺 …………黄培根 89

计算机安装调试维修人员职业技能考核辅导专栏

电脑电源的结构、原理与故障检修 …………韩广兴 3
数码相机的结构与原理 …………韩广兴 36
DV摄录机的结构和原理(1)
数码摄录机的种类和特点 …………韩广兴 138
DV摄录机的结构和原理(2)
DV数码摄录机的基本性能 …………韩广兴 155
DV摄录机的结构和原理(3) …………韩广兴 173
DV摄录机的结构和原理(4)
记录电路的结构和原理 …………韩广兴 192

学用OrCAD的电路绘图组件 …………甘 雨 6
如何降低电脑的噪声 …………岩 海 8
电脑噪声的来源及测量 …………天 涯 8

走进精彩的AVR单片机世界

用ATmega16设计简单流水灯电路 …………李鹏飞 11
AVR熔丝位设置与软件模拟调试 …………李鹏飞 28
AVR与PC机的串行通信 …………李鹏飞 46
ATmega16的中断系统与定时器/计数器的使用 …………李鹏飞 60
AVR单片机与4×4小键盘的使用 …………李鹏飞 79
AVR C语言编程初步——C编译器的使用 …李鹏飞 96
用ATMega16打造独特的密码保管箱(上)——ATMega16内部EEPROM的应用 …………李鹏飞 110
用ATmega16打造独特的密码保管箱(中)——用ATmega16控制液晶显示屏 …………李鹏飞 128
用ATmega16打造独特的密码保管箱(下)——LCD与小键盘的综合使用 …………李鹏飞 141
AVR单片机的外部中断 …………李鹏飞 166
ATmega16内部ADC的应用 …………李鹏飞 178
ATmega16休眠模式的应用 …………李鹏飞 195

Proteus应用技巧之总线方式画电路 …………朱前华 殷建彬 13

初识单片机测控应用

用单片机控制步进电机 …………周 坚 14
用单片机设计的测速表 …………周 坚 31
用单片机制作多路输入电压表 …………周 坚 48
用单片机控制机械手(硬件篇) …………周 坚 62
用单片机控制机械手(软件篇) …………周 坚 81
用单片机制作温度计 …………周 坚 98

单片机的应用扩展及编程

电冰箱液晶显示温控器 …………周兴华 15

用单片机制作电池容量测试仪 …………吴汉清 17
了解OrCAD的PCB布局布线工具 …………甘 雨 21
电子仿真软件multiSIM的功能与特点 …………路 平 22
如何用Protel DXP画电路的重复部分 …………张全威 25
制作电脑串口与手机接口的转换器 …………赵永波 26
关于在Keil C中嵌入汇编代码的方法 …………刘 亮 30
单片机C语言和汇编语言的简单比较 … 王杰洁 耿英杰 32
单片机的复位与“看门狗”问题 …………张春峰 33
下载线+接口电路——制作实用的单片机编程器 …………杜敬仓 34
用multiSIM 7设计简易信号源电路 …………朱晓欣 42
Proteus仿真软件中虚拟逻辑分析仪的使用 …………李军斌 44

单片机液晶显示技术入门与提高

液晶模组的基本常识和选型 …………徐世龙 49
常用液晶模块与51单片机的接口电路 …………徐世龙 64

单线控制计时模块 …………熊亚希 51
用程序循环体作定时器的应用 …………陈剑锋 53
Proteus仿真软件中虚拟示波器的使用 …………李军斌 56
用multiSIM 7设计稳压电源电路 …………李广武 58
自制MPLAB ICD2在线调试/烧写器 … 熊万国 熊军锋 66
巧用标志位优化单片机应用程序设计 …………郭春柱 68
基于单片机总线方式的数码管接口电路 …………江 勇 69
浅谈可编程逻辑器件及其开发工具 …………朱 玮 71
学用multiSIM 7中的安捷伦虚拟仪器 …………朱维婷 74
自制模板给Proteus增加AT89C2051仿真功能 … 吴汉清 76
闪存盘摔坏后的硬件故障修复一例 …………张 诚 78
AVRStudio——基于汇编语言的AVR系列单片机集成开发环境 …………谢永宁 83
单片机数字电感测试仪 …………吴 菲 85
CQ-80C51单片机在线编程、仿真、实验开发平台 …………郝小平 87
Proteus仿真软件中虚拟频率计的使用 …………李军斌 91
用Ultiboard7制作印制电路板 …………路 平 93
彩色显示器亮度故障维修一例 …………朱庆智 95
JDM PIC编程器的原理与制作 …………李春生 100
制作PIC单片机低电压编程器 …………吴立斌 殷建彬 102

IC－Prog 软件的使用方法 …………………… 陈学乾 103
用 PIC 单片机控制的机电一体阀门 ………… 付国迎 104
Protel99 SE 原理图绘制情景十一例 ………… 张国华 105
业余学习制版的几个补充问题 ……………… 黄培根 106
串口调试器在单片机开发过程中的应用 …… 邢矫健 108
串口调试助手软件介绍 …………………… 邢矫健 109
全数字信号发生器的硬件设计 ……………… 周 坚 112
用单片机和点阵图型 LCD 显示屏制作
流动图像 ……………………………………… 陈燕春 114
怎样才能正确反汇编 ……………………… 谢永宁 117
自制语音编程、远程控制试验板(硬件篇)
…………………………… 金海亮 戴旺森 刘新甫 119
用金山词霸自动提示单片机指令功能和用法
……………………………………………… 徐世锋 122
利用非标元件库创建国标元件 ……………… 刘明黎 123
巧用两片 8 位 DAC 代替 16 位 DAC 设计
高精度恒流源 ……………………………… 孙福成 125
用 GSM 模块实现水位远程监控和预警 ……… 王 轲 126
用 AVR 单片机制作廉价高性能的多路伺服
电机控制器 ………………………………… 田大鹏 131
全数字信号发生器的软件设计 ……………… 史建福 133
自制语音编程、远程控制试验板(软件篇)
…………………………… 金海亮 戴旺森 刘新甫 135
点阵液晶显示的多功能数字万年历 ………… 陈燕春 143
基于 AT89C2051 的乐曲播放器 …………… 耶 涛 146
简单实用的单片机水位采集系统 …………… 李世国 147
自制 89S 系列单片机 ISP 下载线…………… 胡 炼 148
制作 MCS－51 串行 HEX 调试器 ………… 刘 亮 149
51 单片机串行通信程序的设计与调试 ……… 谢永宁 151
办公网络奇怪问题排除记 …………… 樊培彩 张艳霞 154
常用串行 EEPROM 的编程应用
常用 EEPROM 以 I^2C 总线连接单片机的
编程方法 ………………………………… 温正伟 159
非集成元件库在 Protel DXP 中的使用 ……… 刘明黎 162
用 Proteus 仿真跑马灯实验电路 …………… 孙梅梅 164
单片机编程技巧
多级文本菜单的一种简易实现 … 刘海保 程小辉 168
一种直观简单的单片机中西文混合显示方法
……………………………………………… 浦晓明 182
增强型的 STC89C51 系列单片机简介……… 邢矫健 170
“变频”智能水位控制电路 ………………… 乔晋兴 172
飞利浦 P89C51 系列单片机简介 …………… 邢矫健 180
适合初学者入门的 CPLD 学习板…………… 示昕乐 184
电动自行车在线防盗装置
………………………… 熊前柱 赵亮方 胡 芳 187
在 Proteus 中实现 C51 源码级的调试 ………… 李学礼 189
光驱仓门不易打开故障的修复 ……………… 杜益群 194
单片机开发工具 DIY
简单实用的通用单片机控制板 …………… 石伟屹 197
基于 AT89S51 的多功能音乐演奏器的设计 … 谢 亮 202
基于单片机的物料流量成分控制
………………………… 姚培君 姜 平 周根荣 204
用 Proteus 实现电脑和单片机串口通信的仿真 … 吴汉清 206
LED 动感发光字的实现 ……………… 郑利敏 崔宏亮 208

应用电路与制作

自制简易实用的微型交流电焊机
………………………… 刘 峰 周炳峻 戈 剑 211
新颖而简单的锂电池充电器 ………………… 唐黎明 212
微电脑倒计时、循环两用精确控时器 ………… 陈九如 214
LED 手电筒的制作 ………………………… 冉晓平 215
电子自动保温式加热器 …………………… 李亚兵 216
业余音箱制作系列
倒相式音箱制作 ………………………… 乔小兵 217
做一对少见的音箱 ……………………… 乔小兵 224
做一对古典式的音箱 …………………… 乔小兵 244
做一对没听说过的音箱——共鸣管式音箱 … 乔小兵 265
做一对古典式的音箱(上) ………………… 乔小兵 272
做一对古典式的音箱(下) ………………… 乔小兵 283
机器人“全运会”专栏
防跌下桌边机器人 ……………………… 王怀东 220
机电互补式窗帘自动开闭电路 ……………… 张广森 221
交流电源过压、欠压的指示与保护 ………… 解永勃 222
伸缩门控制器 ……………………………… 周 军 223
常用集成功放识图技巧 …………………… 何海滨 225
PT8A2713S 及其组成的带预放电的 Ni－Cd
充电器 ……………………………………… 唐黎明 227
智能照明控制器的设计 …………………… 宋德杰 229
车库防盗报警器 ………………… 鄢瑞奇 易柳军 230
太阳能警示灯 ……………………………… 陈建华 231
汽车电子制作
车用电源转换器 ………………………… 门 宏 232
车载快速充电器 ………………………… 门 宏 248
自制 V 波段无线语音发射器 ……………… 王泽民 249
汽车空气清新器 ………………………… 门 宏 250
MP3 转发器 ……………………………… 门 宏 257
汽车冷热两用恒温箱 …………………… 门 宏 267
酒后驾车报警器 ………………………… 门 宏 280
语音型汽车防碰撞倒车“雷达” …………… 王南阳 234
DT992C 智能化面板校正数字万用表………… 资料室 235
ADSL“猫”电源通断及延时断电保护
自动控制电路 ……………………………… 门勇志 236
巧改摩托车防盗器实现遥控关机及自动开机
……………………………………………… 涂南均 237
数字温度传感器 DS1825 …………………… 杨德印 238
用定时集成电路 CD4541 组成的定时供电器 … 姜立中 239
家用型断线防盗报警器 … 刘 峰 周炳峻 郭小芬 240
C&C－PRO 超级 4 合 1 耳放实战 DIY … 程新忠 黄永培 242

300W 大功率功放的制作 …………………… 田　凯 246
用 MP3 升级汽车音响 …………………… 高国栋 251
SH－307B 系列多彩 LED 驱动集成电路……… 陈有卿 252
T3088A 型带伴奏打击乐发生器集成电路 …… 王南阳 253
自制助听器 …………………… 葛中海 254
红外线遥控开关的制作 …………………… 唐奂知 255
自制充电器 …………………… 葛中海 258
自制多功能硬盘式 MP4 影音播放器 ………… 陶　言 260
新颖实用电冰箱门开提醒器电路 …………… 王南阳 262
PT2262 万能遥控器的原理与制作 ………… 唐奂知 263
简单实用的线圈匝间短路测试器 …………… 张新安 268
具有同步功能的 SH 系列七彩 LED 驱动
集成电路…………………… 陈有卿 270
遥控编/解码模块在家庭装修中的应用……… 唐奂知 275
充电应急灯的制作 …………………… 丁德勤 277
调频接收机加装无载频、无音频报警装置 …… 韩照训 278
感应保护型安全电源插座 …………………… 解永勃 279
镍氢电池容量筛选系统 …………… 刘春梅　曹　文 281
简单的西瓜探熟器 …………………… 秋　风 285
调感式全波段高灵敏度收音机推介和分析 … 袁贺滔 286
新颖通用定时 IC——PT8A2512/2513 ……… 唐黎明 288
储藏室的“保护神” …………………… 李　桐 289
工业二极管温度传感器及应用 …………… 王吉玉 290
光电鼠标 USB 接口改成 PS/2 接口………… 袁　巧 292
高性能的调频多用无线发射器 …………… 王泽民 293
烟雾报警器 …………………… 杨明智　张　超 295
具有限时密码和音乐回传功能的
　电话电器遥控器 …………… 刘永华　刘　波 296
给电话来电显示器加装自供自充电源 ……… 丁德勤 298
一款新型实用的电击蚊子拍 …………… 曾燕凡 299
车载逆变器产品的电路及维修方法 … 都永超　万正富 300

节能先锋

　教室照明节电控制器 …………………… 刘福启 305
　光控型高亮度 LED 节能小夜灯 ………… 孙志甫 306
　超高亮 LED 迷你小台灯 …………………… 张晓光 309
　简易红外遥控电灯开关 ………… 陈沃明　区忠勇 310
　新颖的按键自锁式节水供水电路 ………… 丁德勤 311
　衣车节电器 …………………… 戴中清 312
　多功能小夜灯 …………………… 马健荣 313
　微功耗、多用途遥控节电插座 …………… 李万乐 314

小经验　小技巧

　接触器与继电器的节电运行 …………… 杨德印 316
　节能防烧死电烙铁小技巧 …………… 刘冠明 316
　用 LED 照明代替传统石英射灯 ………… 刘冠明 317
　居室夜间照明节电小技巧 …………… 罗兆军 317
　家庭节电点滴小经验 …………………… 丁德勤 318
　利用手机旧电池改装万用表 …… 邵子扬　吕益光 319
　节能灯光控开关 …………………… 俞　虹 320
输液自动监护器 ………… 常光宇　王　伟　范　凯 321
多功能报警器 …………………… 李亚兵 323
用 DS600 构成的计算机系统风扇温度控制器…… 李二友 324
自制教学用电工实验台 …………………… 杨明智 326
自制储热型电暖气及其控制电路 ………… 张国清 328
自制 TOP－936A 型焊台 …………………… 张晓光 330
适合聋人用的多用途无线遥控门铃 ……… 李万乐 331
红外线遥控无线延伸器的原理与制作 ……… 唐奂知 333
带微音监测的住户号码传送报警器 … 刘永华　刘一卉 335
打造自己的 MP3 微型有源音箱 …… 吴红奎　吴红静 337
电话呼叫装置 ………… 郎　筠　韩照训　朗东风 340
新颖实用的 LED 床头小夹灯 …………… 孙志甫 341

实 用 电 工

家庭实用电工

　电工的安全装置规程 …………………… 林文彬 343
　常备工具、材料及其应用 …………………… 林文彬 348
　导线与插座、开关、电器 …………………… 林文彬 358
　住宅线路隐蔽工程设计方案示例 ………… 林文彬 363
　导线的连接工艺方法 …………………… 林文彬 354

图说电工知识

　图说安全用电 …………………… 杨国治 345
　图说三相正弦交流电路 …………………… 杨国治 349
　图说电磁感应 …………………… 杨国治 352
　图说变压器 …………………… 杨国治 359
　图说直流电 …………………… 杨国治 361
　异步电动机是怎样转动起来的 …………… 杨国治 367
巧招妙制多用感应测电笔 …………………… 丁德勤 346
防雷防过压的新型家用漏电断路器 ………… 徐海洪 347
简易家用电器漏电报警插座 …………… 王泽纯 350
低成本、微功耗、高灵敏自动限电控制器 …… 丁德勤 351
老式控温烘箱和培养箱的技术改造 ………… 张国清 355
农用变压器维护知识与常见故障排除 …………………
　………………………… 李恩花　孔令文 356
家庭安全用电不可忽视的因素——插头
插座的选购和安装 …………………… 肖　军 365
一种三相交流电动机启动器缺相保护
电路的设计 ………………… 林　涛　林文彬 368
单相异步电动机启动绕组应怎样技术改造 …… 宋晓东 370
一款带有过压保护的漏电断路器及其检修 … 顾仲飞 371
处理老化的导电橡胶有绝招 …………… 顾仲飞 372
可调压电源插座 …………………… 梁肇全 372
也谈“老式控温烘箱和培养箱的技术改造”…… 梁肇全 373
三相异步电动机改接单相电源工作 ………… 张树弼 373

初 学 者 园 地

图说正弦交流电 …………………… 杨国治 374
电子控制技术入门

数字集成电路(5) …………………………… 孙心若 376
数字集成电路(6) …………………………… 孙心若 381
教具、学具和活动建议 ……………………… 孙心若 389
学·做·用
会“说话”的礼品盒 ………………………… 张晓东 379
节日音乐闪光盆花 ………………………… 张晓东 386
趣味游戏器——“小狗唱歌” ……………… 张晓东 392
实用有趣的延时小夜灯 …………………… 张晓东 399
“不许动!”防盗器 ………………………… 张晓东 403
太阳能庭院灯 ……………………………… 张晓东 409
感应式测电器 ……………………………… 张晓东 414
电子游戏器——“虎口拔牙” …………… 张晓东 417
趣味报晓“电子鸟” ……………………… 张晓东 422
测光文具盒 ………………………………… 张晓东 427
声控音乐“圣诞老人” …………………… 张晓东 435
2005 年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题
(远郊区县初中组) ………………………………… 380
2005 年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题答案
(远郊区县初中组) ………………………………… 388
片状元器件的焊接 ………………………… 陈子聪 384
2005 年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题
(高中组) ………………………………………… 388
2005 年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题答案
(高中组) ………………………………………… 351
示波器的正确使用方法及使用技巧 …… 朱英明 张国栋 393
不断变化的录音技术 ……………………… 段现星 395
图说 RC 和 RL 电路的瞬态过程 …… 韩雨梅 杨国治 396
音箱调试小经验 …………………………… 冯 征 397
晶体三极管在振荡电路中的变通运用 ……… 莫 恩 400
常见电子元器件检测技巧 ………………… 刘学伟 401
处理老化了的导电橡胶有绝招 …………… 张俊霞 402
几种有趣的物理电学演示实验 …………… 杨国平 404
经典电子制作 A 系列(上) ……………… 周宝善 405
经典电子制作 A 系列(下) ……………… 周宝善 411
经典电子制作 B 系列(上) ……………… 周宝善 416
经典电子制作 B 系列(下) ……………… 周宝善 419
经典电子制作 C 系列(上) ……………… 周宝善 431
经典电子制作 C 系列(下) ……………… 周宝善 437
浅谈传声器的技术特性、选择和使用 ………… 吴 伟 406
道盛 DS－3208 型 Hi－Fi 有源音箱简介 …… 周继征 408
计算机按钮控制式附加电路 ……………… 丁德勤 410
现代电源技术的发展 ……………… 张少利 段现星 412
555 集成电路实验套件(上) ……………… 王晓鹏 420
555 集成电路实验套件(下) ……………… 王晓鹏 424
自制钻孔模板 ……………………………… 邢志鹏 426
教你如何检修节能电子灯 ………………… 孟 睿 429
晶体三极管 HFE 的多挡电流测试
…………………………………… 成元学 刘 静 432
无线报警系统探头通用性大破解 ………… 法 师 433

消息·书讯

《无线电》杂志推荐书目
…………… 18、27、41、88、95、116、124、233、294、318、344
欢迎参加“节能先锋”设计大赛 ……………………… 231
“三知杯”第三届军地电子制作邀请赛 ……………… 241
《无线电》2001－2005 年合订本光盘即将出版
…………………………………………… 编辑部 77
2006 年第 4 期有奖读者调查获奖名单 ……… 编辑部 150
“跟我做 AVR 单片机实验”系列文章预告 …………… 197
“节能先锋”活动评选结果 ………………… 编辑部 304
2005 年《无线电》增刊与合订本销售点 ……………… 398

2006 年(下) 附录

十二种高级运算放大器电路简析及其典型应用 …………………………… 周彦芳 438
一、INA110 通用型高速 FFT 输入放大器电路 …………………………… 438
二、INA114/115 通用型仪器放大器电路 ………………………………… 441
三、INA131 通用放大器电路 ……………………………………………… 445
四、AD522 高精度数据采集放大器 ……………………………………… 446
五、AD524 高精度放大器 ………………………………………………… 449
六、AD524 高精度仪器放大器 …………………………………………… 452
七、AD625 高精度仪器放大器 …………………………………………… 454
八、INA101 高精度仪器放大器 …………………………………………… 457
九、INA105 高精度单位增益差动放大器电路 …………………………… 460
十、INA106 高精度 10 倍增益差动放大器电路 ………………………… 462
十一、INA120 高精度仪器放大器电路 …………………………………… 464

跟我学做印制电路板

Protel软件制版功能强大、应用面广，是不少电子技术人员的首选。不过大多数Protel制版书籍讲述的都是规范的、详尽复杂的、专业全面的设计技术，而初学者或非专业设计人员，想自己在业余条件下设计和亲手制作电路板，一般的Protel书籍在这方面并没有提供更多的内容。

其实，在业余条件下制版，采用直接手工绘制印制电路板铜膜走线图，配合“跳线”工艺，不仅快捷简便，而且印制电路板元件布局紧凑合理。同样，我们在业余条件下，只要找来 “敷腊纸”，就可以实现铜膜走线图的转印，制作出精美的电路板，既省钱又环保，并且可以不用“丝网印刷工艺”，也能做出顶层印有元件外形标注的印制电路板。

总之，在业余条件下制版，有一套独特的、实用的工艺技术。《跟我学做印制电路板》系列文章的宗旨，就是为广大读者介绍业余条件下的Protel PCB 99 SE 制版知识，帮助读者较快掌握Protel制版技术，做出精美实用的印制电路板。

如何使用“元器件封装制作向导”

文/黄培根

正统规范的Protel制版设计技术和方法既严谨又复杂，特别是它的元件封装库不尽人意，并不适合业余制版。比如：Protel PCB 99 SE的元件封装库中元件封装形式品种实在太少，以至于像最常用的转轴电位器、可调电阻等元件都找不到现成合适的封装形式；最常用的晶体管虽然有几种封装形式可供选择，但它的三只管脚排列顺序与实物晶体管又不完全相符，不得不重新修改后才可使用；集成电路的DIP封装管脚又多又密，默认的管脚焊盘直径太小，如果不加修改将给我们在业余制版时，无论是钻孔还是焊接都带来不便；再说许多新的、特殊的、专业的电子元件，Protel的元件封装库中根本没有！所以，在业余条件下制版，创建属于自己的元件封装库尤其必要。

Protel PCB 99 SE元件封装库Library中的PCB Footprints.lib文件里，大约有300多种常用元件封装形式，但现实中的电子元件品种成千上万、封装各异，且新器件层出不穷。在Protel PCB 99 SE的元件封装库中，不可能都能找到我们需要的、现成合适的元件封装形式，这就要求我们学会创建新的元件封装。虽然创建新的元件封装库要化费一些精力和时间，但那是“一朝辛苦，终生受用”的事情。创建新的元件封装可以有许多种方法，但笔者觉得用Protel PCB 99 SE软件中自带的“元器件封装制作向导”，创建属于自己的元件封装库最方便、快捷。下面介绍创建双列直插式集成电路封装实例。

虽然在Protel PCB 99 SE的元件封装库Library中已经有集成电路封装，但它默认的焊盘直径、间距尺寸等均偏小，不适合我们业余条件下制版的钻孔和焊接，要重新修改后才好用，还不如自己创建新的封装。由于我们不是只创建一两个元件封装，而是要创建属于自己的元件封装库，所以我们要先建立一个“自建元件封装”设计数据库文件，然后在其下面再分门别类创建多个元件封装文件，每个文件中又包含同类的多个元件封装，条理清楚、管理方便。具体操作如下：

1.在Protel 99 SE设计界面下，单击菜单“File/New Design ”出现如图1所示对话框。将“Database File Name”栏中输入“自建元件封装库.ddb”，如不改变保存路径，可用默认路径。单击下方“OK”按钮，这样就创建了一个设计数据库文件，如图2所示（注：此处显示保存在E盘，读者

图1

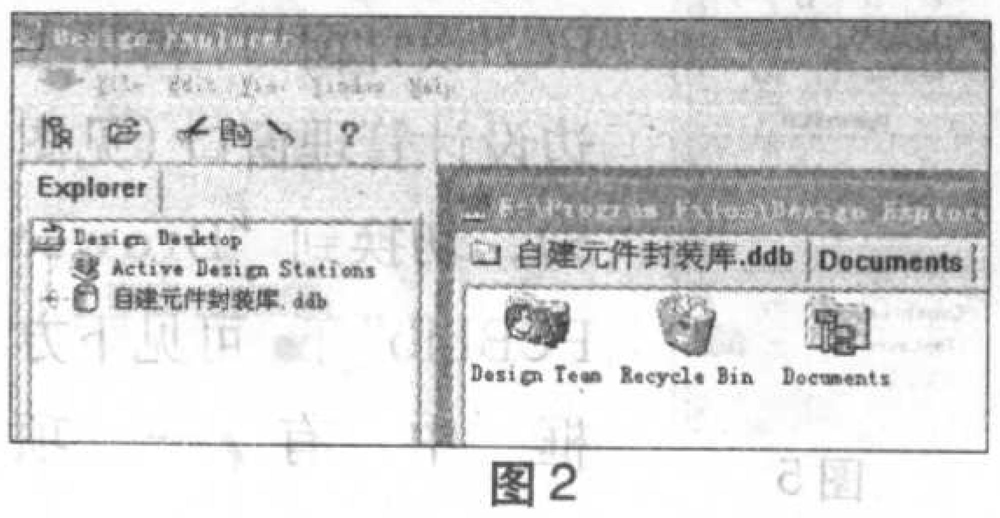


图2

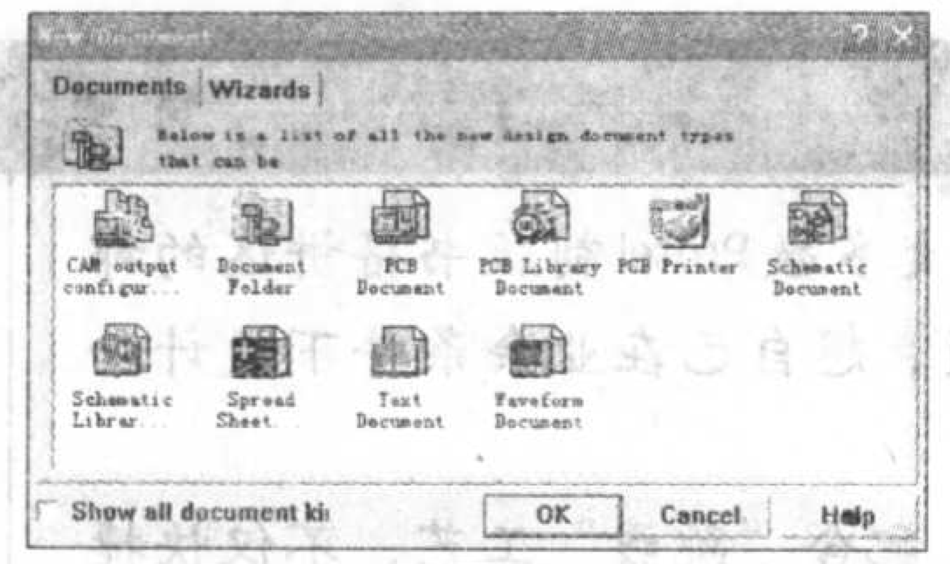


图3

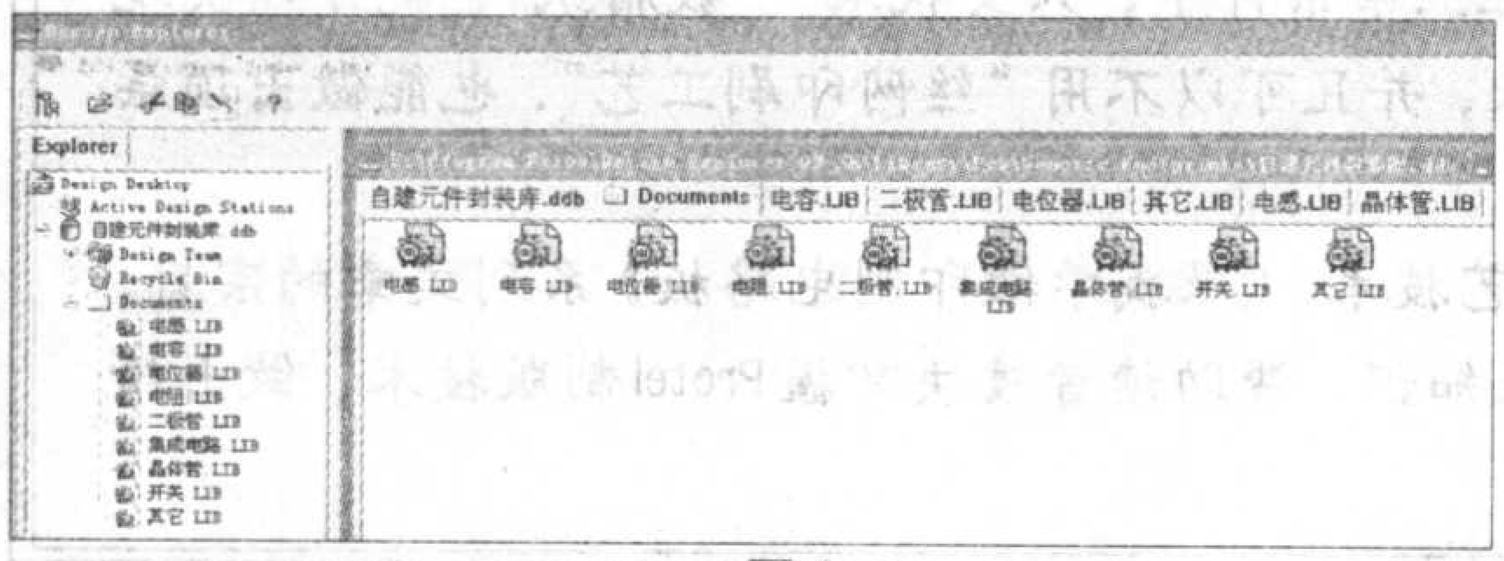


图4

不一定都保存在E盘）。

2.单击图2左侧“自建元件封装库.ddb”前方的“+”号，再双击下方的“Documents”，即可将右边设计窗口切换在“Documents”下，然后再单击菜单“File/New…”，将出现如图3所示对话框，选中“PCB Library Document”图标，再单击“OK”按钮，就会在右边设计窗口中出现“PCBLIB1.LIB”文件图标，将其改名为“集成电路．LIB”，然后用上述相同步骤和方法，在“Documents”下继续分门别类创建多个后缀为“.LIB”文件，如图4所示。

3.双击图4右边设计窗口中任何一个“.LIB”文件都可以进入PCB设计窗口。比如我们现在要自己创建符合以下条件的PCB：焊盘纵向间距足够宽可避免焊接时搭锡、焊盘直径足够大便于钻孔的8脚DIP封装的集成电路模型，则先双击“集成电路.LIB”进入PCB设计窗口，再将左边设计管理窗口（见图5），切换到“Browse PCBLib”下，可见下方框中有一项

图5

图6

“PCBCOMPONENT_1”，这实际上就是我们当前可以用来创建新元件封装的暂定名称。待创建完成并输入该元件封装的确定名称后，它又是下一个要创建新元件封装的暂定名称。

4．单击菜单“Tools/New Component”，会出现如图6所示的“元器件封装制作向导”对话框。

5.单击“Next”按钮进入下一步，出现如图7所示“元器件封装类型选择”对话框。上方框中共有12种默认的元器件封装模板可供选择，在此我们选中“Dual in-line Packaga [DIP]”，下方为默认长度单位[mil]，直接单击下方“Next”按钮进入下一步。

6.接下来进入“焊盘尺寸设置”对话框，将图中椭圆形焊盘的短径由默认的50mil改成60mil；将钻孔直径改为32mil(相当于0.8mm钻头直径)，如图8所示，再单击下方“Next”按钮进入下一步。

7.再进入“焊盘间距设置”对话框，将图中焊盘横向间距由默认的600mil改成347mil（注：实测8脚

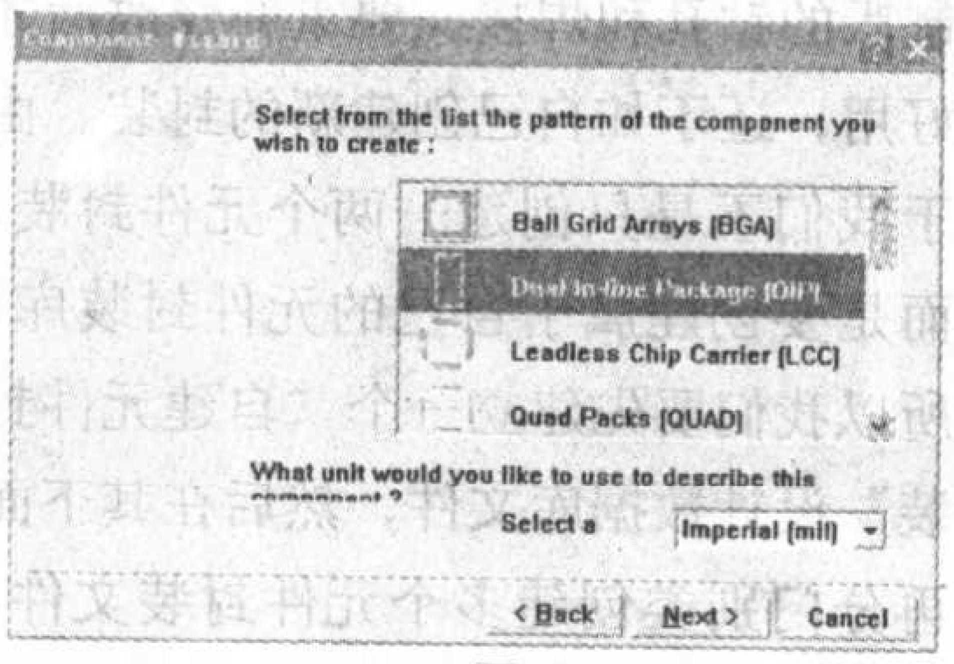


图7

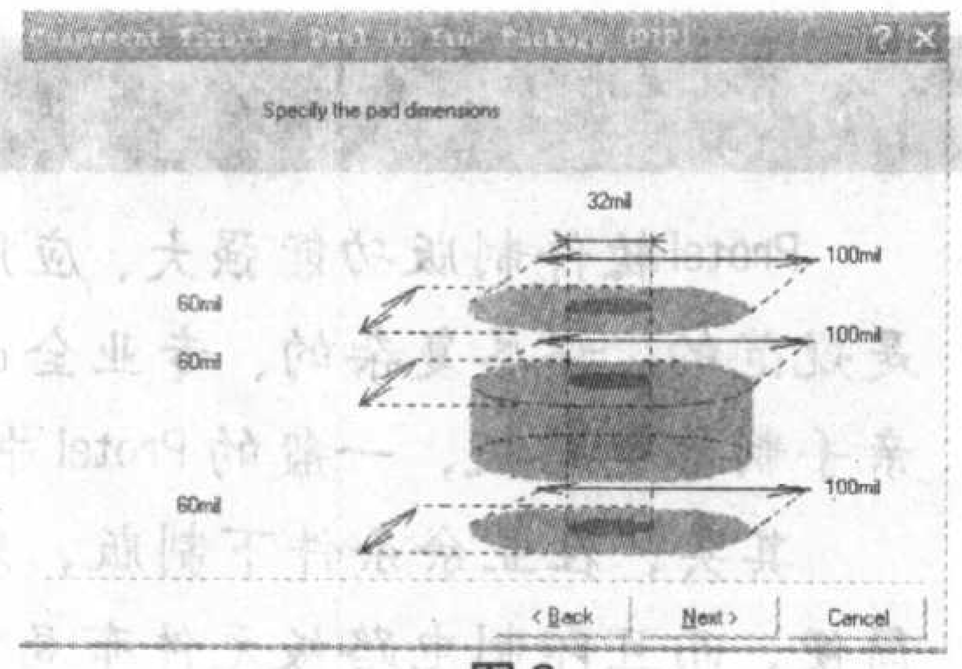


图8

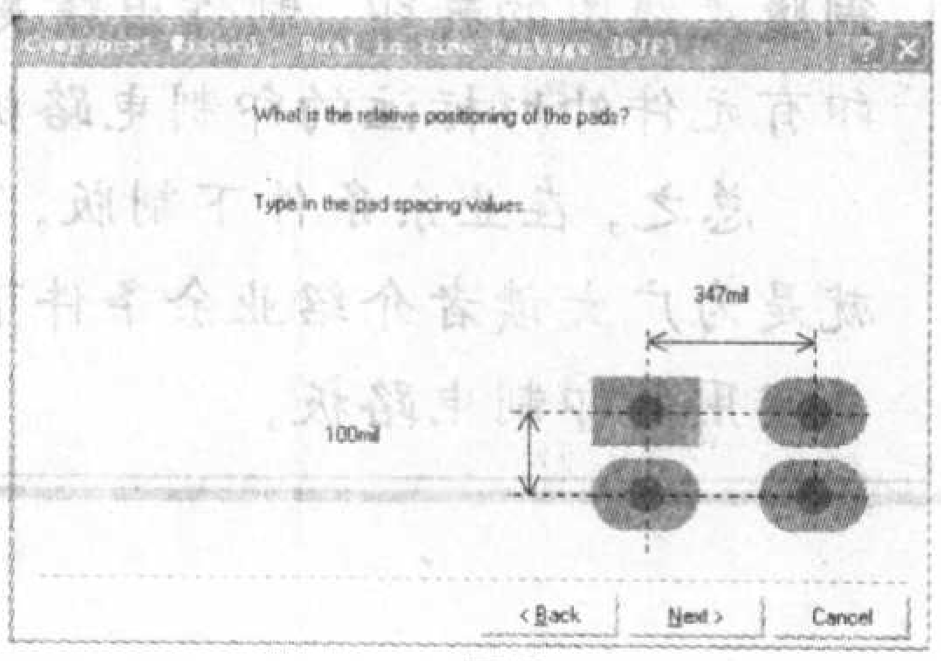


图9

集成电路横向间距约为8.5mm，根据2.45mm =100mil求得8.5mm ≈ 347mil。），如图9所示，再单击下方“Next”按钮进入下一步。

8.“新元器件封装连接导线宽度设置”对话框如图10所示，用默认值，直接单击下方“Next”按钮进入下一步。

9.“新元器件封装引脚数目设置”对话框如图11所示，输入“8”后再单击下方“Next”按钮进入下一步。

10.进入“新元器件封装名称设置”对话框，可用默认名称“DIP8”，直接单击下方“Next”按钮进入下一

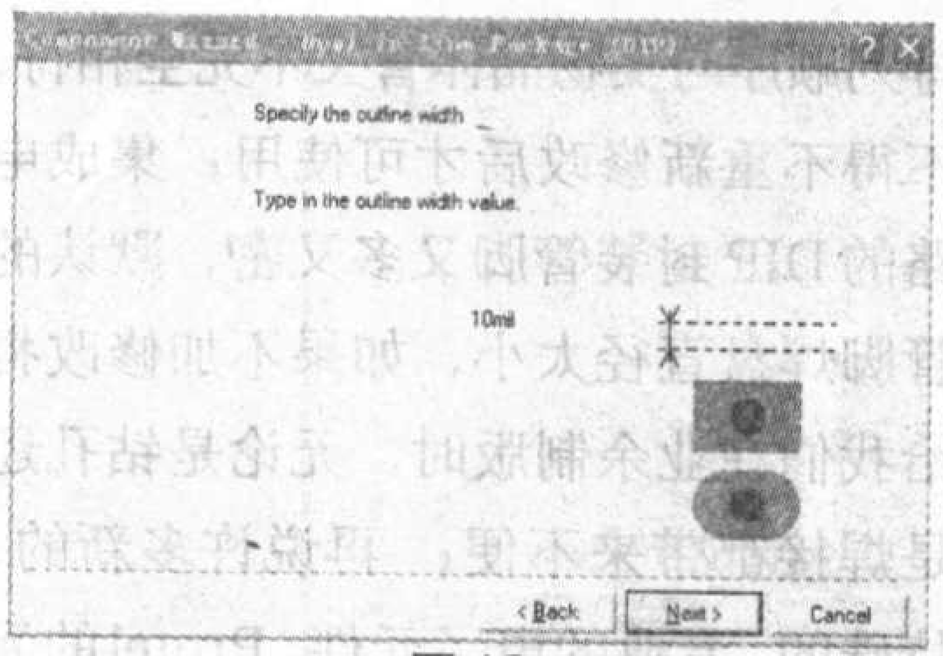


图10

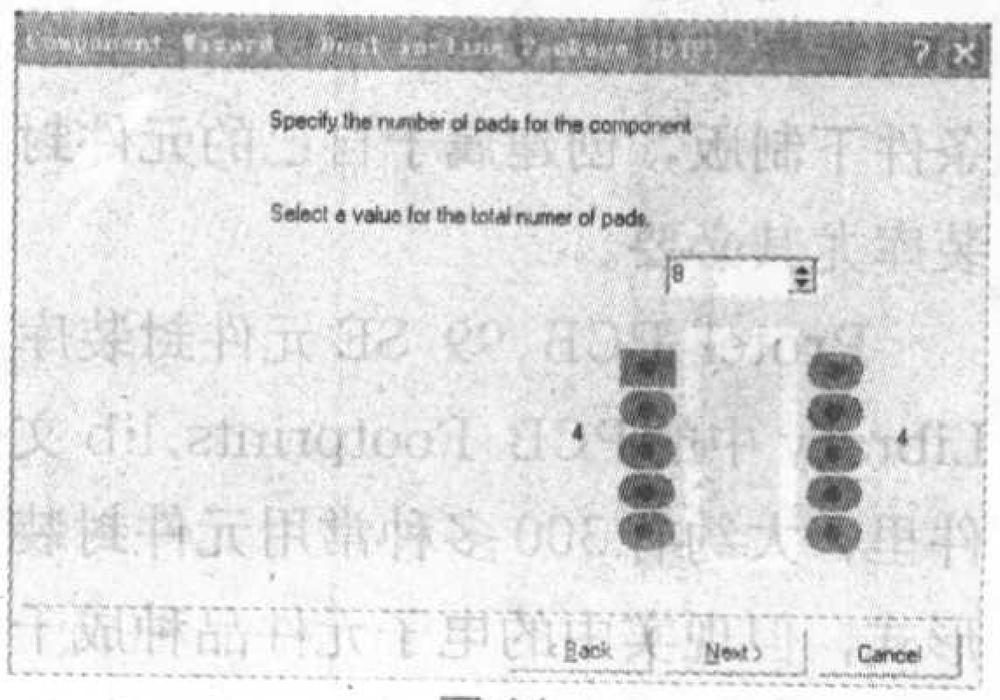


图11

电脑电源的结构、原理与故障检修

文/韩广兴

电脑中的电源是为主机箱内各部件供电的电路单元,它通常制成一个独立的电路组件，如图1所示。电源电路发生故障往往会使整个电脑工作失常。

图1是一个典型的ATX电源，交流220V电压从电源插座送入，经过引线送到电路板上。在电路板上首先要经过保险丝，然后再将220V交流信号送到整流滤波电路，经整流滤波电路后产生约300V的直流电压，这个电压

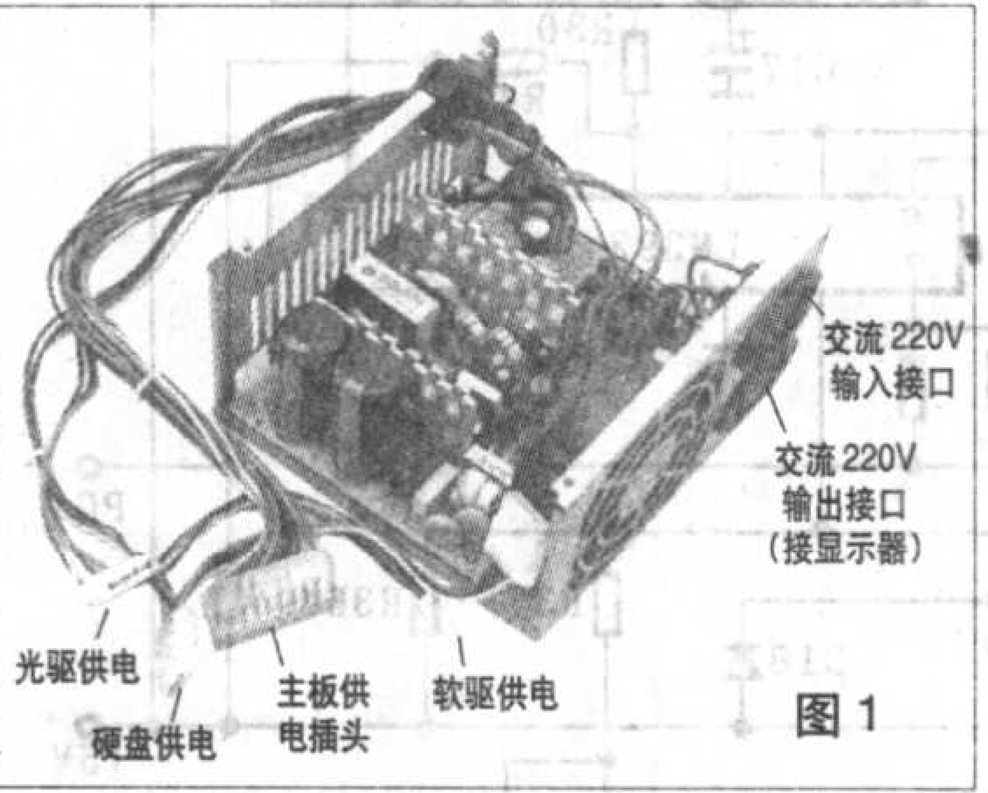


图1

再送到开关电源。

开关电源主要是由开关变压器和一些开关晶体管构成的，它将300V直流电压变成开关脉冲，经过振荡电路和谐振电路产生振荡信号。经过振荡电路及开关变压器后，输出多组脉冲信号，最后经整流滤波，形成电脑所需要的各种电压（主要形成的是5V、12V和3.3V等电压），再通过引线送到电脑中去，为整个电脑提供工作条件。当电脑不能工作、开机无显示的时候，就需要对电源部分进行检查。

1.电源电路的工作原理

图2是一种典型的电源电路结构，

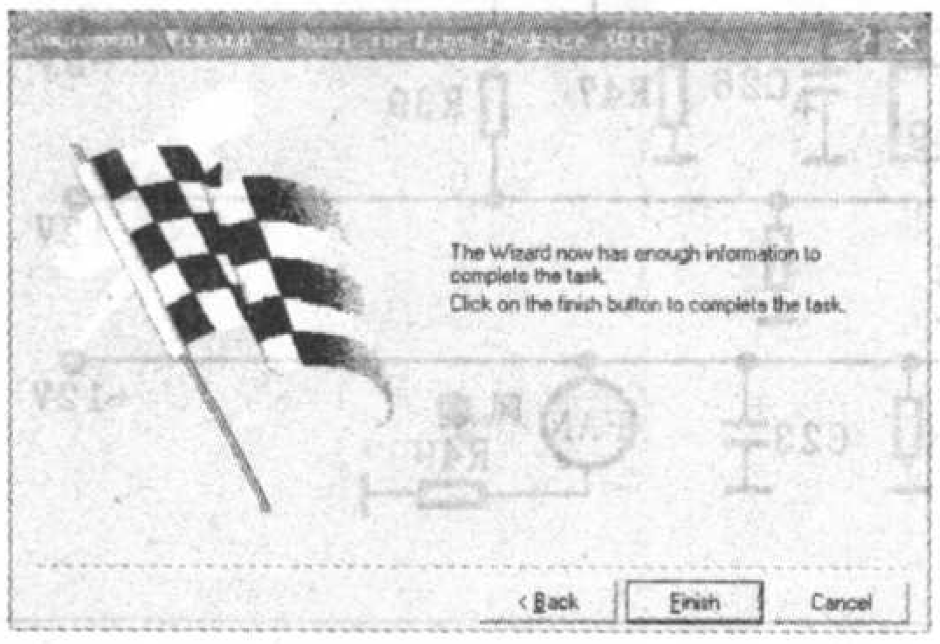


图12

步。

11.最后一个对话框为“完成新元器件封装”对话框，如图12所示，单击“Finish”按钮，即将完成的双列直插8脚DIP封装的集成电路模型如图13所示。从图中可以看到左侧封装元器件列表框中增加了“DIP8”项。

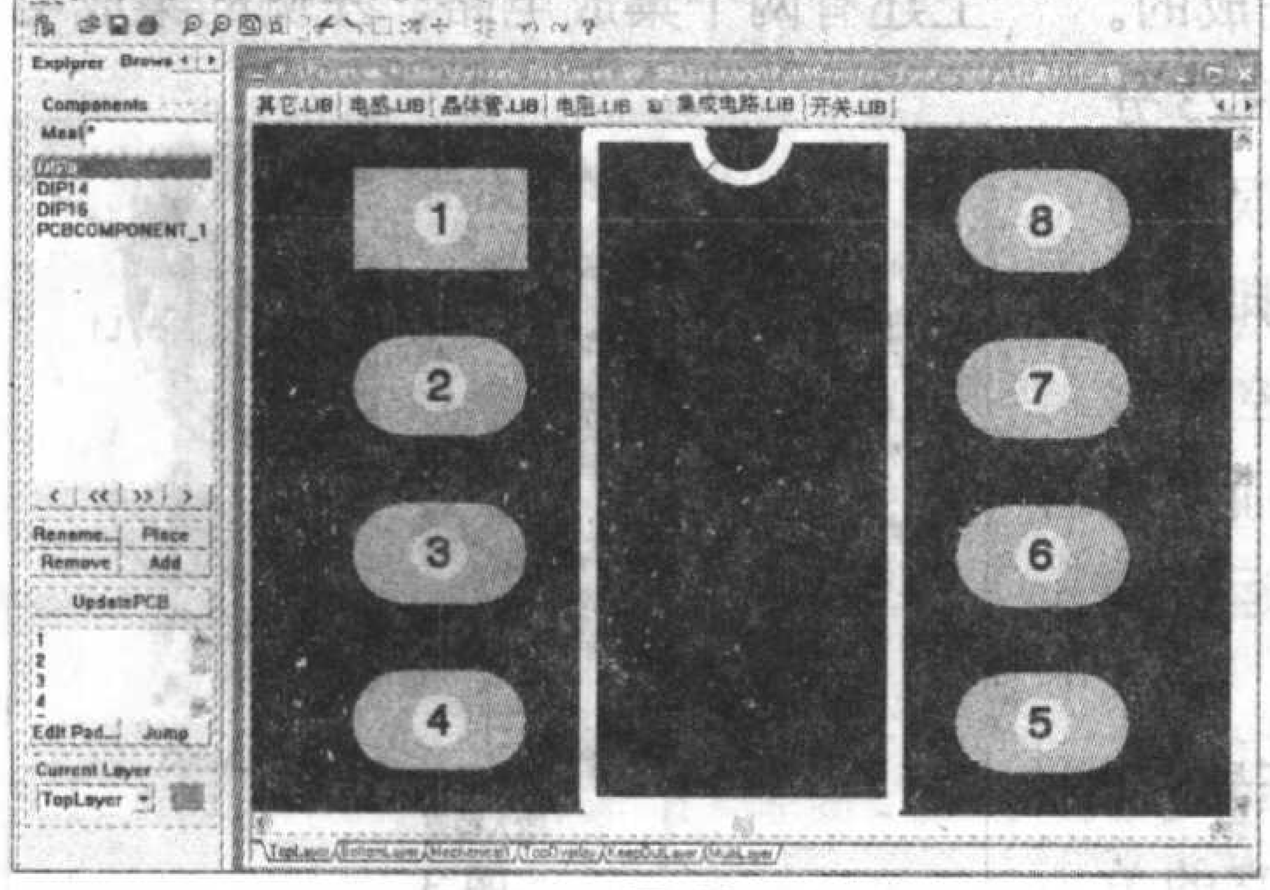


图13

12.由于实际的8脚DIP封装的集成电路管脚排列顺序与此不符，需修改，方法如下：

双击图13中的第8管脚焊盘，出现如图14所示对话框，将对话框中的“Shape”栏由“Round”改为“Rectangle”；Designator栏由“8”改为“1”，再单击“OK”按钮退出。用相同方法将原第“1”脚改为“8”，Shape栏由“Rectangle”改为“Round”；其他6个焊盘只改动序号，完成后如图15所示。

13.最后单击菜单“File/Save”即可将其保存下来。如果要继续创建新的集成电路封装，重复上述第4步，单击菜单“Tools/New Component”，再次出现如图6所示“元器件封装制作向导”对话框，即可继续创建。

至此，我们已经创建了双列直插8脚集成电路的DIP封装。新的8脚集成电路的DIP封装，不仅管脚排列顺序与实际元件相符，而且便于我们在业余条件下制版用0.8mm钻头打孔和焊接。

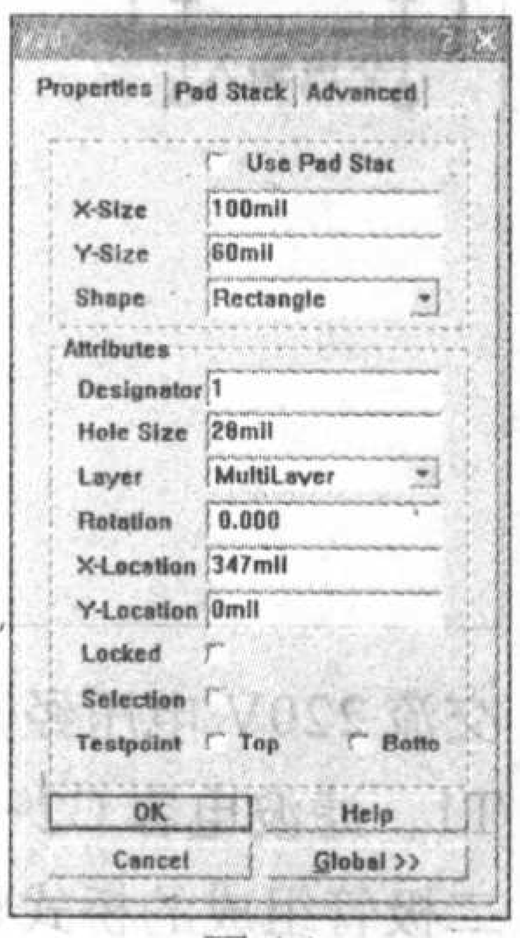


图14

用相同的步骤和方法，还可以在“集成电路.LIB”文件中创建多种DIP封装，如DIP14、DIP16……

由于篇幅所限，文章讲述不能非常详尽，读者可到网站www.ttlcmos.com查阅更详细的文章补充内容。

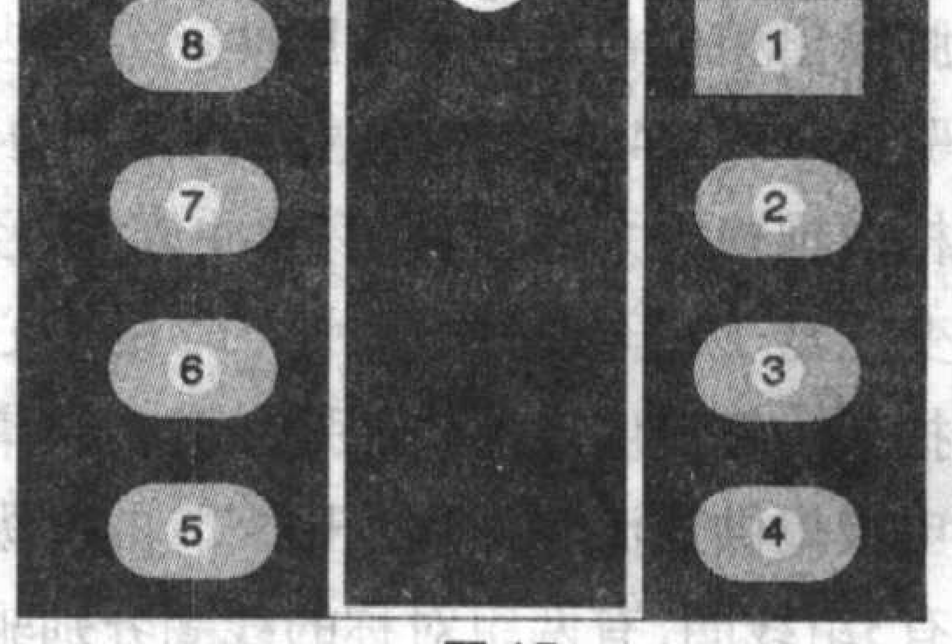


图15

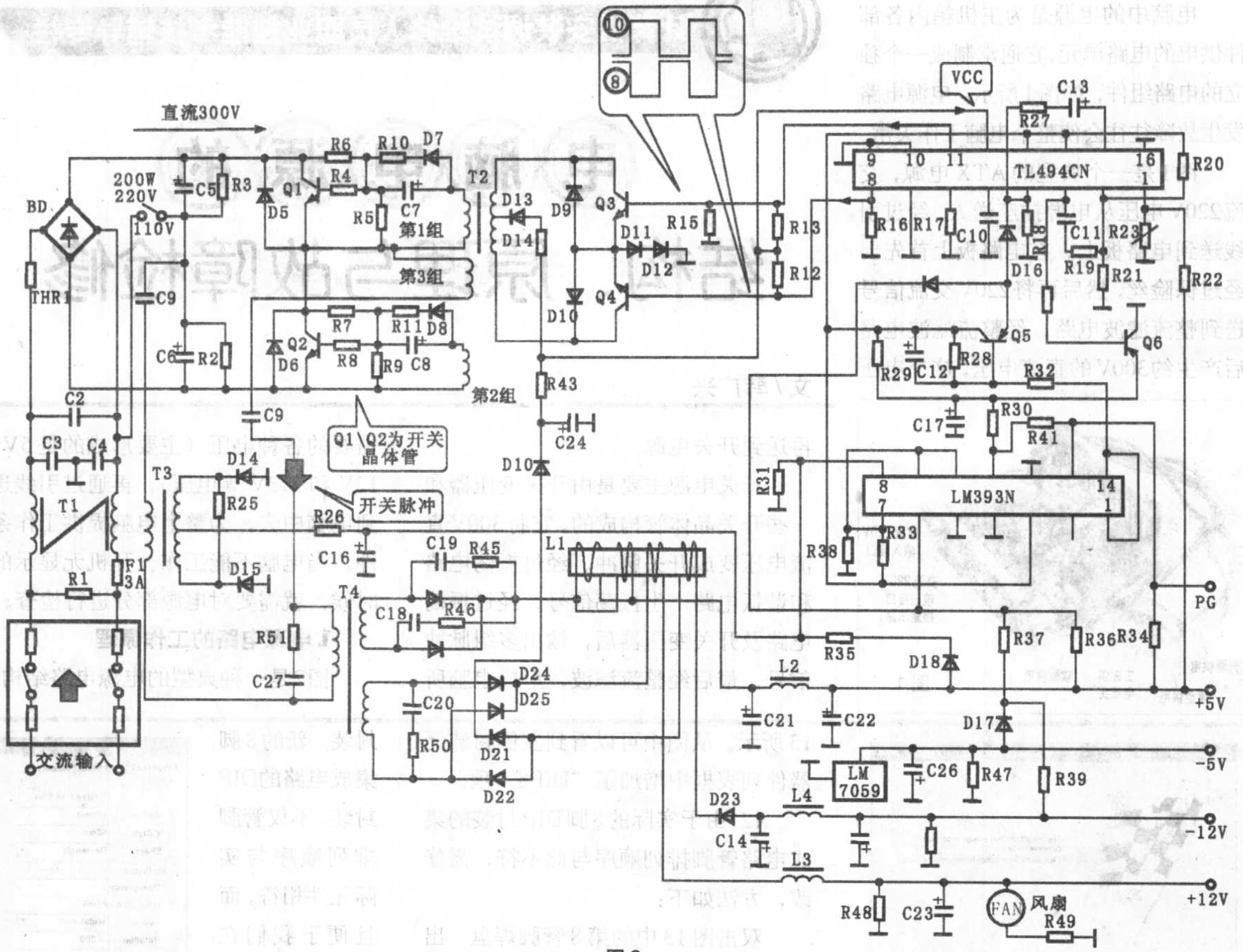


图2

交流220V电压经开关、互感滤波器T1、滤波电容C2～C4后加到由4个二极管组成的桥式整流堆上(BD)，经桥式整流堆后将交流信号整流成直流300V电压，然后再送到电容(C5、C6)上。电容是滤波用的，它可以将直流电压进行平滑滤波，为主开关管Q1、Q2提供直流偏压。

TL494CN是一个开关振荡和稳压控制的集成电路。该集成电路第8、11脚输出相位相反的开关脉冲，分别去驱动Q3、Q4晶体管的基极，Q3和Q4构成推挽放大器，将振荡脉冲放大，经变压器T2输出开关脉冲。T2的中心抽头为直流供电端，分别为Q3、Q4集电极提供直流偏压。变压器T2的次级有3组线圈，有两组对称的线圈分别驱动Q1、Q2。Q1、Q2放大后的信号再加到第3组线圈上，第3组线圈的输出经电容C9加到变压器T4和T3的初级。T3和T4的次级线圈经整流滤波后输出多组直流电压±12V和±5V等。L1是多个线圈共绕在磁芯上的电感器件。

稳压控制是由TL494来完成的。+5V的输出经分压电路R22、R23分压后为TL494的1脚提供一个误差信号，+5V的波动电压通过1脚送入TL494，经内部负反馈电路去控制8、11脚的输出脉冲(PWM)，从而实现稳压控制。LM393N是一个4运放集成电路。

在开关电源当中，开关变压器、开关晶体管以及开关集成电路是它的关键器件。如果这些器件发生故障，往往会引起电脑不能正常工作。

电源电路的元器件安装位置如图3所示，主开关变压器体积较大，位于电路板的中上部，安装在散热片上的是开关晶体管，由于它的功率比较大，所以，要用散热片对它散热。电路板上还有两个集成电路，左侧的集成电

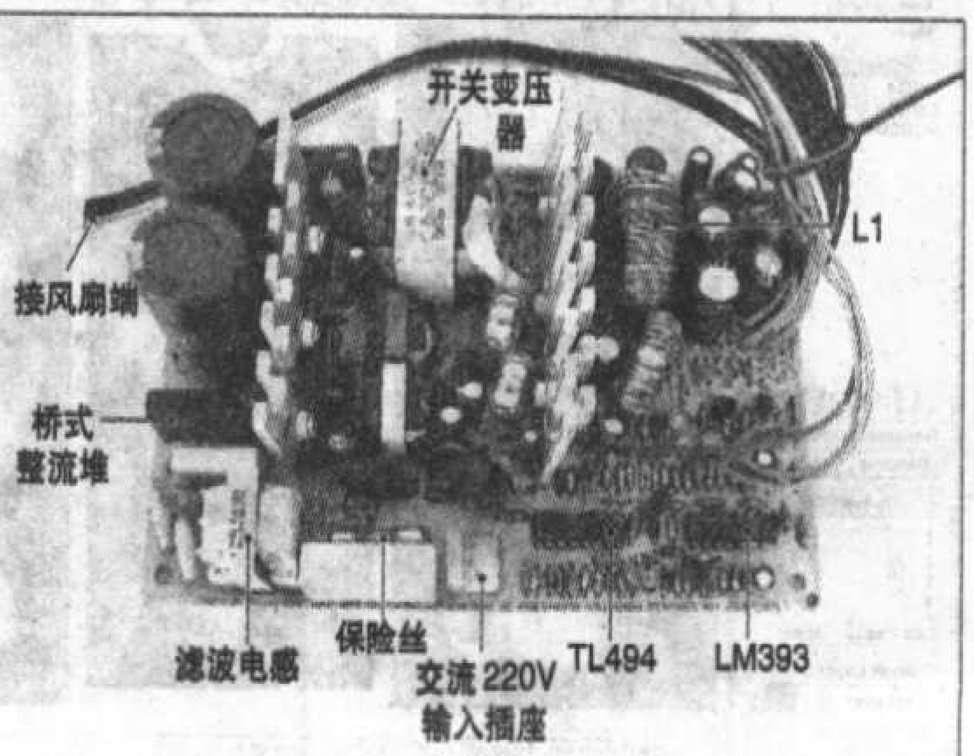


图3

路是TL494，右边的集成电路LM393N是电压比较器，它是进行电压检测和控制的一个电路。这些电路如果失常，都会引起输出电压不正常。

如果开关电源内部发生短路情况，就会引起保险丝烧断。保险丝在烧断以后，进行更换时注意要先排除电路板上的故障以后，才能重新开机，不然还会继续烧坏保险管。

2. 电源电路的故障检修方法

在检查电源时，将电源插头插入插座中，这时交流220V电压就送入了开关电源。在正常的时候，电源输出插头的14脚，就是在插头上对应绿色引线的脚，这个脚应该有一个高电平的输出，一般是4V左右。

可以测量一下14脚与任何一个黑色引线对应脚的电压，一般黑色引线对应的引脚为接地脚，也称地线，在这里就以15脚为接地端。将万用表的黑表笔接到15脚上，红表笔接到14脚上，如图4所示，这时应该有4V左右的电压。这是初始状态，当初始状态有这个电压，就表明电源的初始状态是正常的。

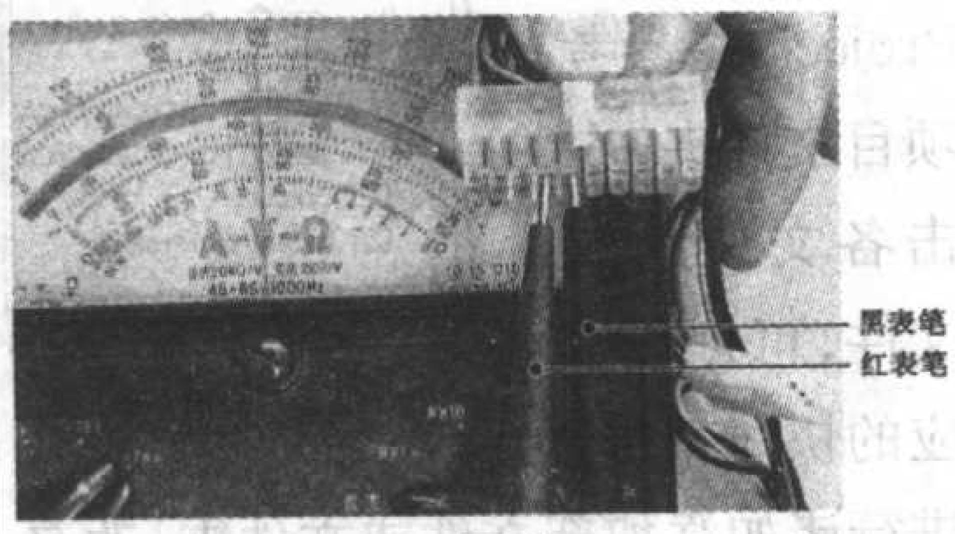


图4

初始状态正常后，再将电源进行启动，启动时将14脚的绿色引线端和15脚的黑色引线端短路。如图5所示，将短路线插到这两个脚中，这时风扇旋转，电源就启动了，多个引脚便开始输出电压。一般情况，看到风扇旋转表明电源进入正常工作状态，如有异常再测量其他的引线端。

将黑表笔接到地线上，红表笔接到其他的各个引脚上，就可以测出各

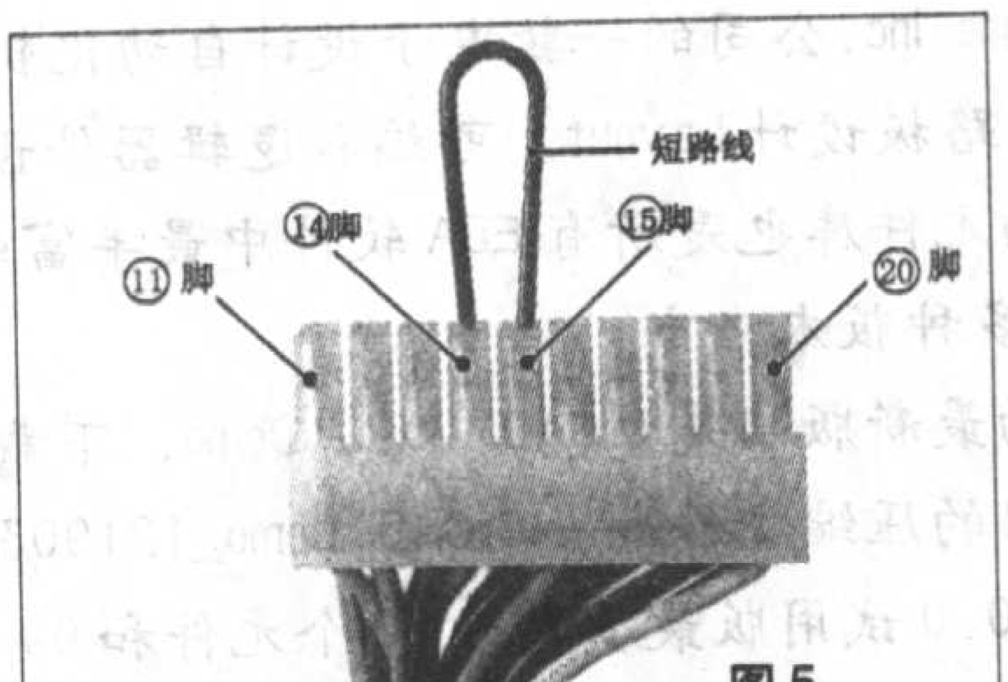


图5

表1　ATX电源输出电压的规格

引脚号	工作电压	引脚号	工作电压
1	3.3V	11	3.3V
2	3.3V	12	-12V
3	地线	13	地线
4	5V	14	电源启动端
5	地线	15	地线
6	5V	16	地线
7	地线	17	地线
8	电源状态端	18	-5V
9	5V_SB	19	5V
10	12V	20	5V

个引脚的电压。检测负电压时要将万用表红表笔接地，用黑表笔测量。ATX电源输出电压规格如表1所列。通过对各引脚的检测，就可以发现电源主插座上的电压是否输出正常。如果在检测当中，任何一个脚都没有电压输出或部分引脚异常，就表明开关电源有故障，需要对开关电源的内部进行检查。

故障例1：启动计算机无反应，有可能是电源故障。

该电源在检查时，发现所有的输出均为0，这时打开开关电源，首先检查一下保险丝。用万用表的电阻挡测量保险丝，如果为∞就是保险丝已经断开，说明开关电源中有过载的情况，出现这种情况主要应该检查整流二极管和电解电容。

然后，用万用表的电阻挡测一下电解电容，当接通引脚时，它会有一个充放电的过程。如果指针先摆动幅度比较大，然后慢慢地摆向阻抗比较大的方向，一般表明电解电容是正常的；而指针不摆动，或充放电以后阻抗很小，就说明电解电容短路了或者是漏电严重了。

在检查中发现，电解电容有严重漏电情况，所以保险丝才会烧断，更换电解电容以后，故障排除。

故障例2：开机不动作。

检测方法：将电源取出，拔下插头，先查交流输入电路，保险丝、桥式整流电路及滤波电容均正常。查开关振荡稳压控制集成电路TL494的8、11脚无振荡信号输出。更换TL494集成块后，再查TL494的8、11脚的信号波形，将示波器的地线接到主插头的黑色引线上，用探头接到8脚或11脚上，用短路线插入主插头的14、15脚（给14脚提供一个低电平的启动信号），示波器上立即显示出图示脉冲波形如图6所示，表明电源恢复正常。再重新装进主机箱内，接好插头。启动电脑工作正常。Ⓦ

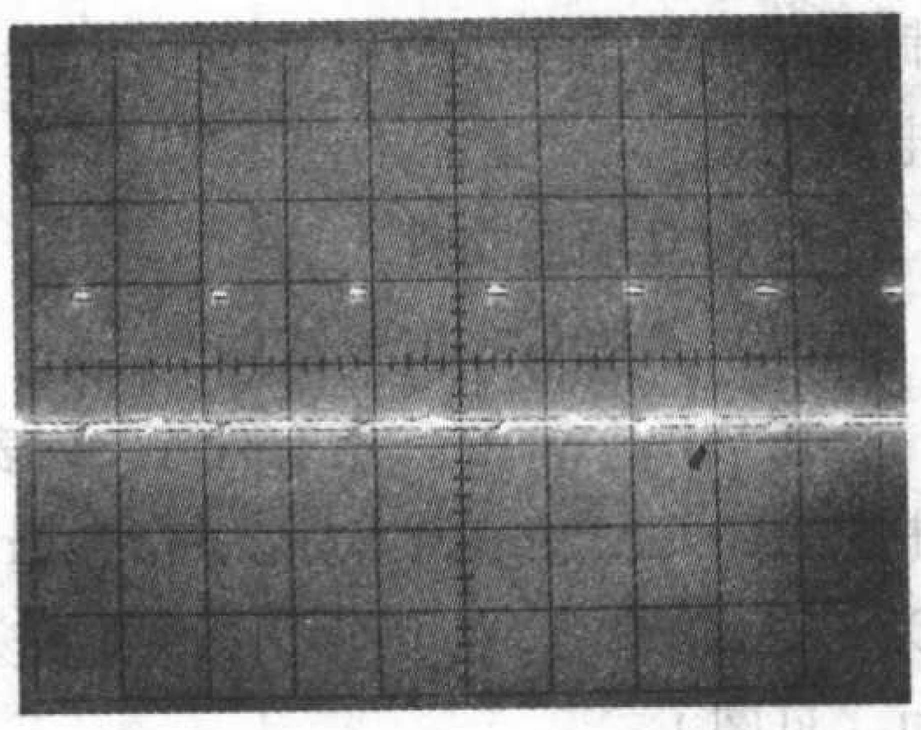


图6

思考题（选择题）：

1．启动电脑主机箱上的电源开关时，开关控制信号先送到（　）。

A．电源电路　　B．主板

C．硬盘　　D．光驱

2．计算机关断电源时，电源的主插头上（　）有电压。

A.14脚有4V直流电压

B.15脚有0V电压

C.10脚有12V电压

D.11脚有3.3V电压

3．计算机开启电源时，电源主插头的（　）脚有低电平控制信号输入。

A．20脚　B．18脚　C．14脚　D．15脚

4．计算机开机后，光驱分别有（　）。

A．+12V、+5V供电　B．+3.3V供电

C．+12V、-12V供电　D．+5V、-5V供电

答案见下期。

上期答案为：1.BCD，2.AD，3.ABCD

OrCAD是美国Cadence Design Systems Inc.公司的一款电子设计自动化软件，它集成了电原理图绘制Capture、模拟和数字电路仿真PSpice、印制电路板设计Layout、可编程逻辑器件设计和自动布线器SPECCTRA等组件。OrCAD的界面友好，操作简便。它的元件库也是所有EDA软件中最丰富的。OrCAD是电子业界应用比较广泛的EDA软件，它有包含不同组件的多种版本应市。

现在可从OrCAD官方网站下载的最新版本是OrCAD 10.0 Demo，下载网址是http://www.OrCAD.com/file.OrCADlite10.aspx，是一个容量为170M的压缩文件——OrCAD_Demo_121903.zip。解压缩后即可安装，安装过程没有任何需要设置的内容。OrCAD 10.0试用版最多允许60个元件和64个网络；新建的元件库最多允许15个元件，每个元件最多14个引脚；部分编辑功能受到限制，但对于学习使用此软件并无太大的影响。

学用OrCAD的电路绘图组件

文/甘 雨

OrCAD的电路图输入组件是Capture CIS。CIS（Component Information System）是绘图组件内置的元件信息文件管理系统。Capture可用于PCB的电路图设计、PSpice电路仿真和可编程器件的设计。设计印制电路板的第一步是用Capture画出电路图。

1. 建立项目文件

（1）调用Capture软件

在Windows的“所有程序”列表中执行OrCAD 10.0 Demo>Capture CIS Demo命令。打开Capture启动窗口，见图1。

图中的小窗口Session Log是系统对话记录框，在这个窗口中将记录一些重要的操作信息。

（2）新建设计项目

OrCAD由项目管理器（Project Manager）管理电路设计任务，因此对于每个PCB设计要新建一个设计项目文件。在图1的Capture编辑窗口中选择File>New>Project命令。出现如图2所示的新建项目对话框。

在这个对话框中进行如下设置：

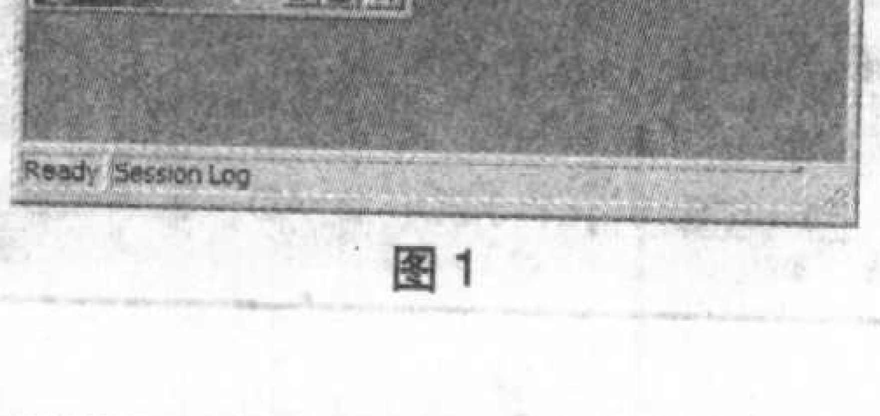


图1

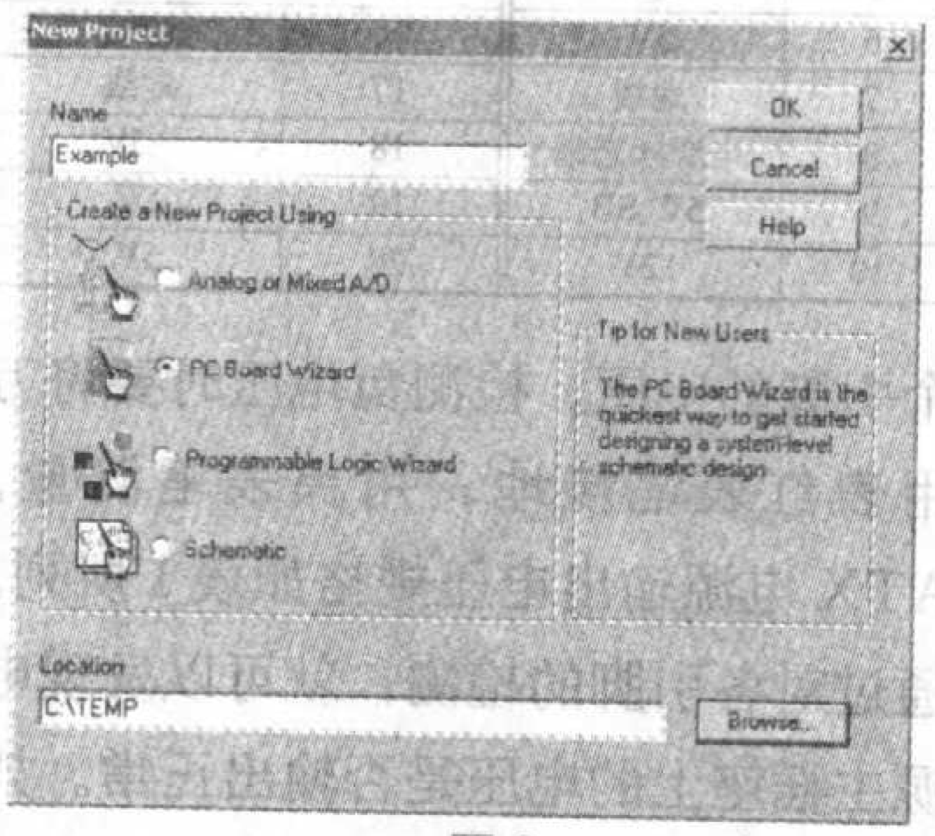


图2

命名设计项目，在Name栏中输入项目名称。选择设计项目类型，要设计印制电路板，选“PC Board Wizard”。在Location栏中输入设计项目文件存放路径。

完成设置后弹出的Enable project simulation（允许项目仿真）对话框，可不予理睬。按“下一步”按钮，弹出如图3所示的元件符号库加载选框，为本PCB设计项目选择元件图形符号库。在左面列表中有32个符号库（正式版有近100个库），如模拟放大器Amplifier、连接器Connector和分立元件Discrete等。

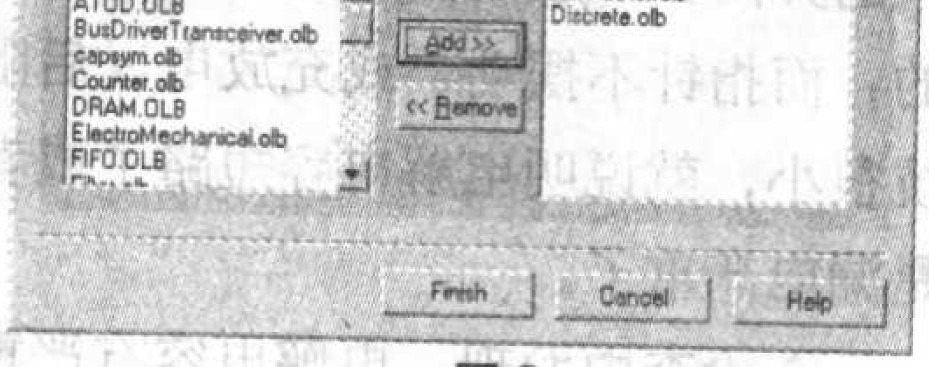


图3

将选中的库添加到右边框中。系统有对试用版元件库编辑的限制提示。

（3）项目管理器

建立设计项目后，在Capture窗口中出现设计管理窗口，如图4所示。

在图4窗口中，显示了当前的设计文件example.dsn，其下有图纸文件夹SCHEMATIC1及第一张图纸文件PAGE1；Design Cache中将保存本项目图纸中用到的元件；Library是调入本项目的元件库；Outputs是项目输出文件夹；Referenced Projects是参考项目文件夹。右击各文件夹或文件，可打开相应的快捷菜单，进行诸如添加新文件或文件夹、改名、编辑属性等操作。

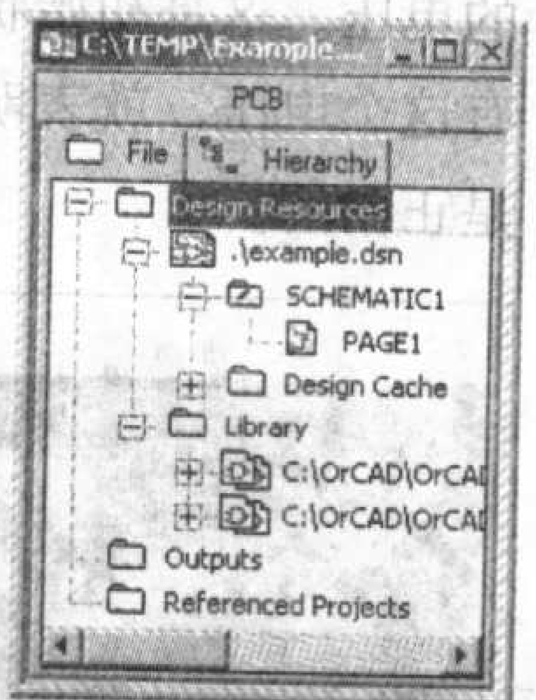


图4

2. 电路图的绘制

点击项目管理器中的图纸图标PAGE1，打开图纸窗口。见图5。

（1）绘图工具板

Capture绝大部分的绘图操作可用图纸右面的工具板（图6）完成。

工具板的上排按钮功能为：选择对象、放置元件、放置连线、放置网络别名、放置总线、放置连接点和放置总线分支线；中排为：放置电源符

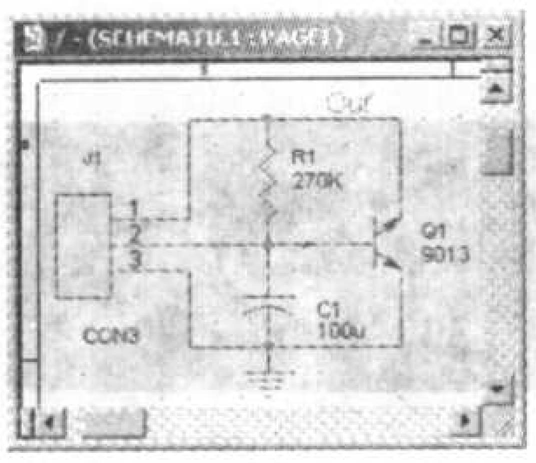


图5

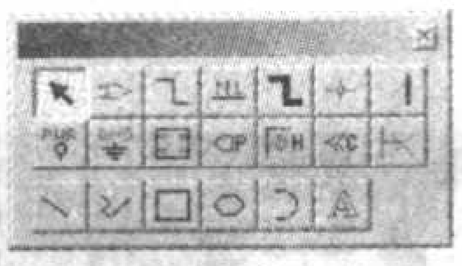


图6

号、放置接地符号、放置子电路图标、放置端口、放置子电路网络连接符号、放置离页连接符号和放置非连接符号；下排为非电气图形和文字。

(2) 调用元件

点击工具板上的Place Part按钮，打开放置元件对话框，见图7。

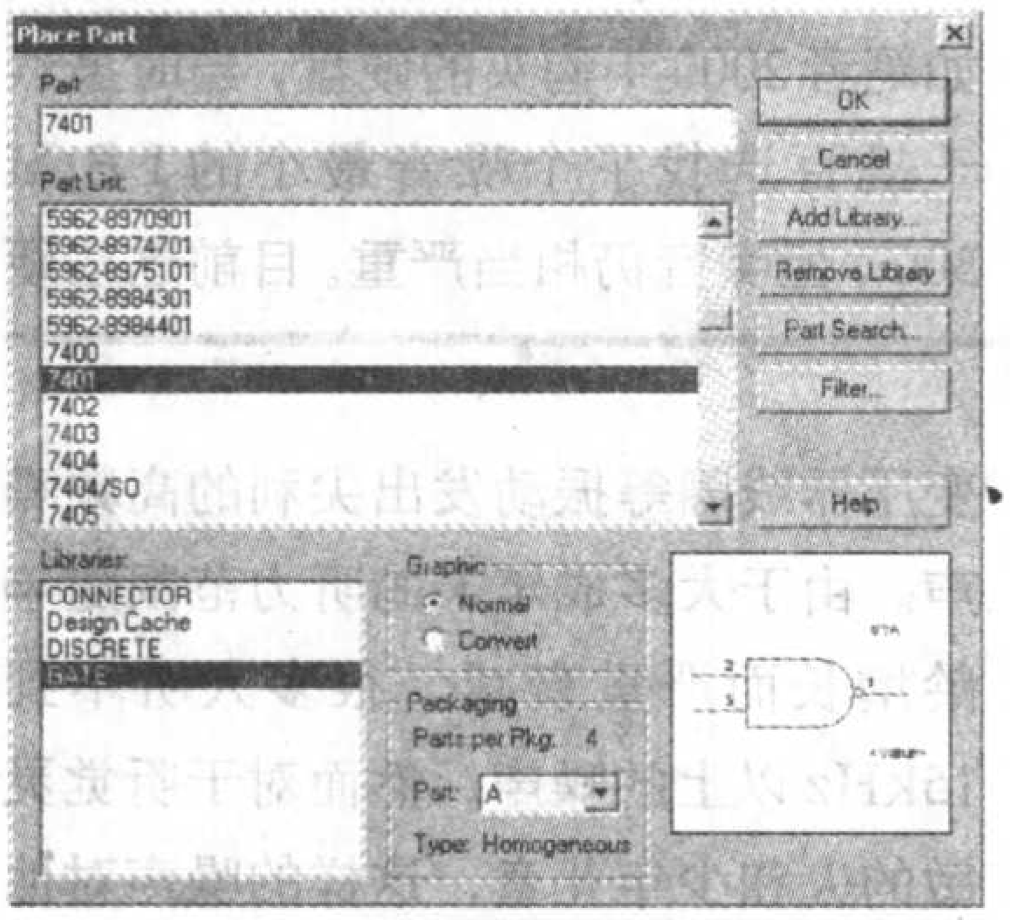


图7

先在Libraries栏选中元件库，此时在Part栏中列出该库的全部元件名。为加快搜寻，在Part栏中输入元件名的全部或开头的字母，可用通配符“*”或“?”。在Packaging区中指定元件的部件，如7401有4个部件。

(3) 放置元件

选中元件后按OK，元件将跟随光标移动，可从快捷菜单中选择翻转、旋转、定位、放大／缩小屏幕比例等命令。在快捷菜单中选择编辑元件属性命令Edit Properties，打开元件属性对话框，见图8。

在Part Value栏中填写元件的型号或数值。在PCB栏中填写元件的封装名。封装名必须和PCB编辑软件的库相符。如最常用的1/8W碳膜电阻卧式安装的封装名，在OrCAD中为AX/.400X.100/.031，在Protel中为

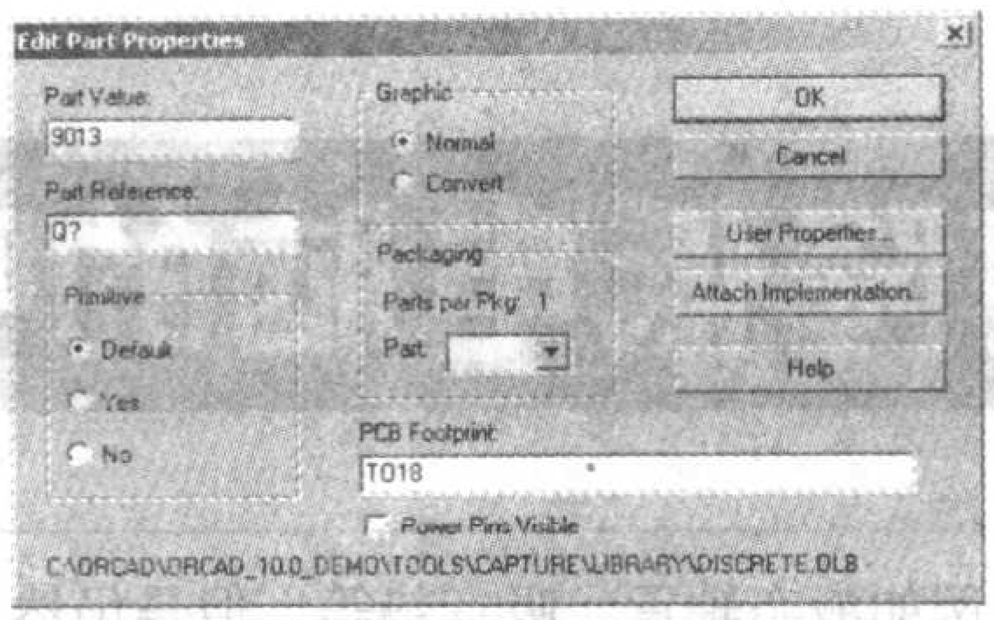


图8

AXIAL0.4；在PADS中为R1/8W。

在图纸上双击元件的参考标号Part Reference和值Value，可以打开各自的属性对话框。

(4) 放置电源与接地符号

点击工具板上的Place power按钮打开放置电源对话框；点击Place ground按钮打开放置接地符号对话框。实际上电源和接地符号是同一个对话框。

(5) 建立连线

从符号库取出的元件，每个引脚端都有个小方块供连线用。按工具按钮，调用绘连接线工具。结束连线按鼠标右键，在调出的快捷菜单中点击End Wire命令。

(6) 设置网络名

Capture自动为每个网络设置一个以字母N开头，后面跟随5个数字的网络名。可根据需要更改网络名。例如在图5电路中，把连接接插件J1的1脚网络名改为Out。步骤为：

选择Place>Net Alias命令，或按对应的工具按钮，弹出放置网络别名对话框，在对话框Alias文本框中输入节点名Out。将光标移至拟设置节点名的连线上，按鼠标左键，新节点名出现在连线上方。按鼠标右键，在调出的快捷菜单中点击End Mode命令，结束节点名设置。

(7) 元件属性编辑

Capture电路图的每个元件都有若干属性，如元件图形颜色、标号、参数等。Capture支持用户添加自定义的属性。

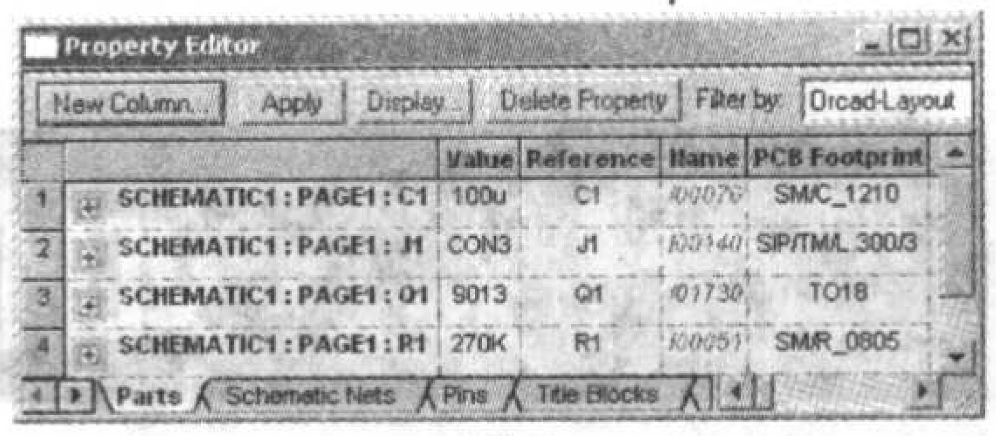


图9

在图5电路中拖动鼠标，选中全部元件。在快捷菜单中选择Edit Properties命令，打开元件群的属性编辑对话框，见图9。

在图9属性编辑器中，New Column按钮建立新的属性字段；更改属性参数后，用Apply按钮刷新电路图；选中属性或属性参数后，点击Display按钮打开属性参数显示方式对话框；用Delete Property按钮删除选中的属性参数。

点击拟修改的属性栏，可输入新的数据。在PCB Footprint参数列中，为每个元件设置PCB封装名，以便进一步在OrCAD Layout中设计PCB。

3. 生成网络表

完成电路图绘制后，还需要用Capture的相关工具对设计项目进行后处理。包括对元件自动编号、对电路图进行设计规则检查、生成网络表和各种报表等。

网络表描述了电路图的元件属性和元件引脚的连接关系。网络表起着电路图信息传送到PCB组件的作用。

选中图纸文件夹后，按主工具栏上的按钮，弹出Create Netlist对话框。此对话框中有9个页，要选用Layout页。

在Options区中选择“User Properties are in inch”，为PCB设计选用英制长度单位。在Netlist栏中输入网络表的存放路径和文件夹。OrCAD的PCB网络表的后缀为.mnl。网络表也被记录在项目的Outputs文件夹中。

如何降低电脑的噪声

文/岩 海

在使用计算机时，一般人都能明显感觉到有噪音。如果你不想受烦人噪音的打搅或者为了保护孩子的听力和自己的“金耳朵”，就来学习一下如何降低电脑噪声吧。

首当其冲：硬盘降噪

目前的主流硬盘大多数是7200转的，成了电脑里转速最高的部件，只要开机就一直工作，因此它的噪音经常是最严重的。虽然现在硬盘厂家采用了许多先进的技术来降低硬盘噪音，例如液态轴承、吸音垫等，但是仍然存在恼人的高频噪声。比如笔者使用的希捷7200.7型号的120G硬盘，噪音虽然是公认较低的，但笔者在安静的房间里感受到的电脑噪音仍首先是它的。它的噪声频谱如图1所示，可以看到它在1.5kHz、2.9kHz、9kHz、12kHz、14kHz等处有许多峰，噪音主要就是这些频率振动合成的结果。

而如果你还用着早期的7200转滚珠轴承硬盘，那么噪音就更严重了。例

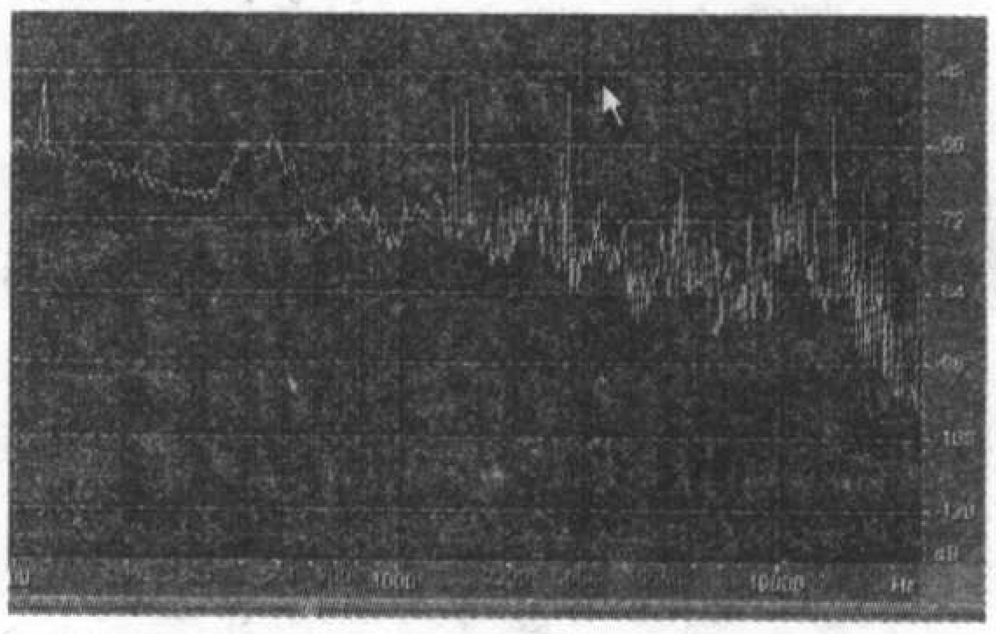


图1

如笔者2000年购买的硬盘，当时虽然千挑百选找了个噪音最小的IBM 30G，但噪音仍相当严重。目前这些硬

电脑噪声的来源及测量

文/天 涯

电脑系统的速度越来越高，伴随而来的是功率消耗的不断增加。目前主流个人计算机系统单CPU的功耗早已超过100W，高端GPU（显卡核心）也不甘落后，整机功耗达到了二三百瓦。这样高的功耗最终90%以上要转化为热能散发掉，因此各高耗电环节都少不了风扇强制散热，比如一个典型的系统包括CPU风扇、显卡风扇、电源风扇，不少系统还包括带风扇的北桥芯片散热器和一两只机箱风扇。风扇当然需要电机来带动，另外硬盘和光驱的运转也需要高速电机带动，而这些电机转动就成了电脑噪音的主要来源。

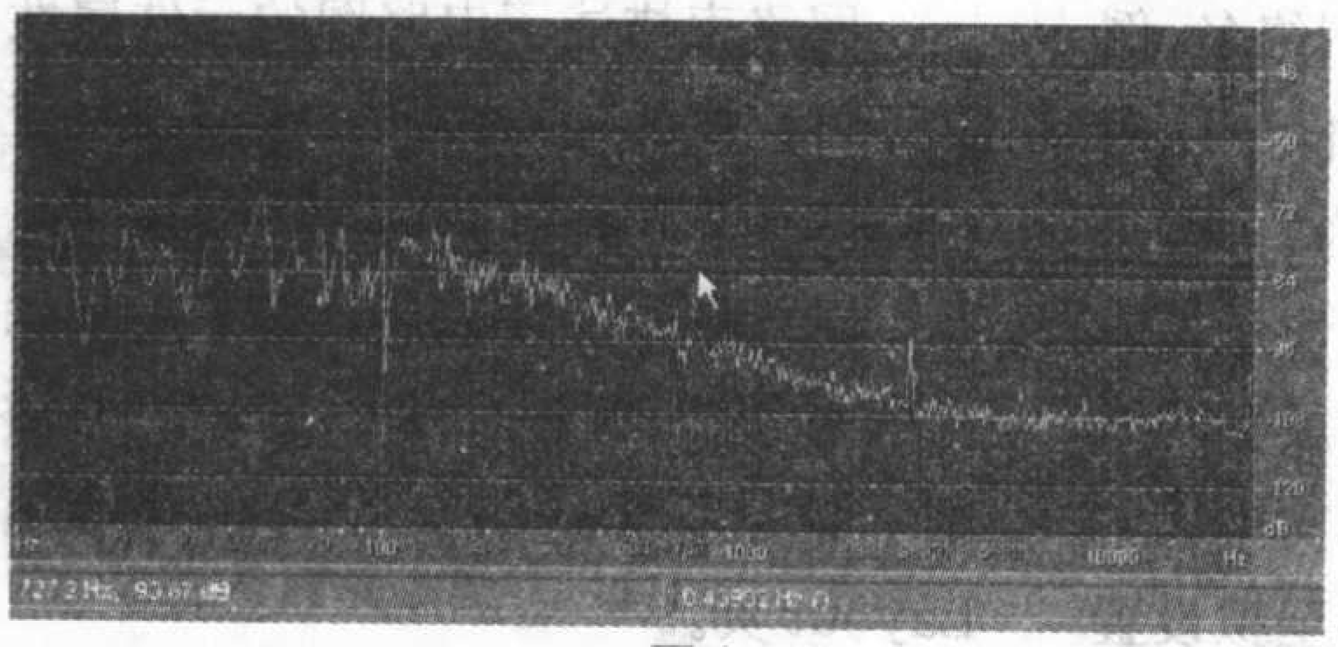


图1

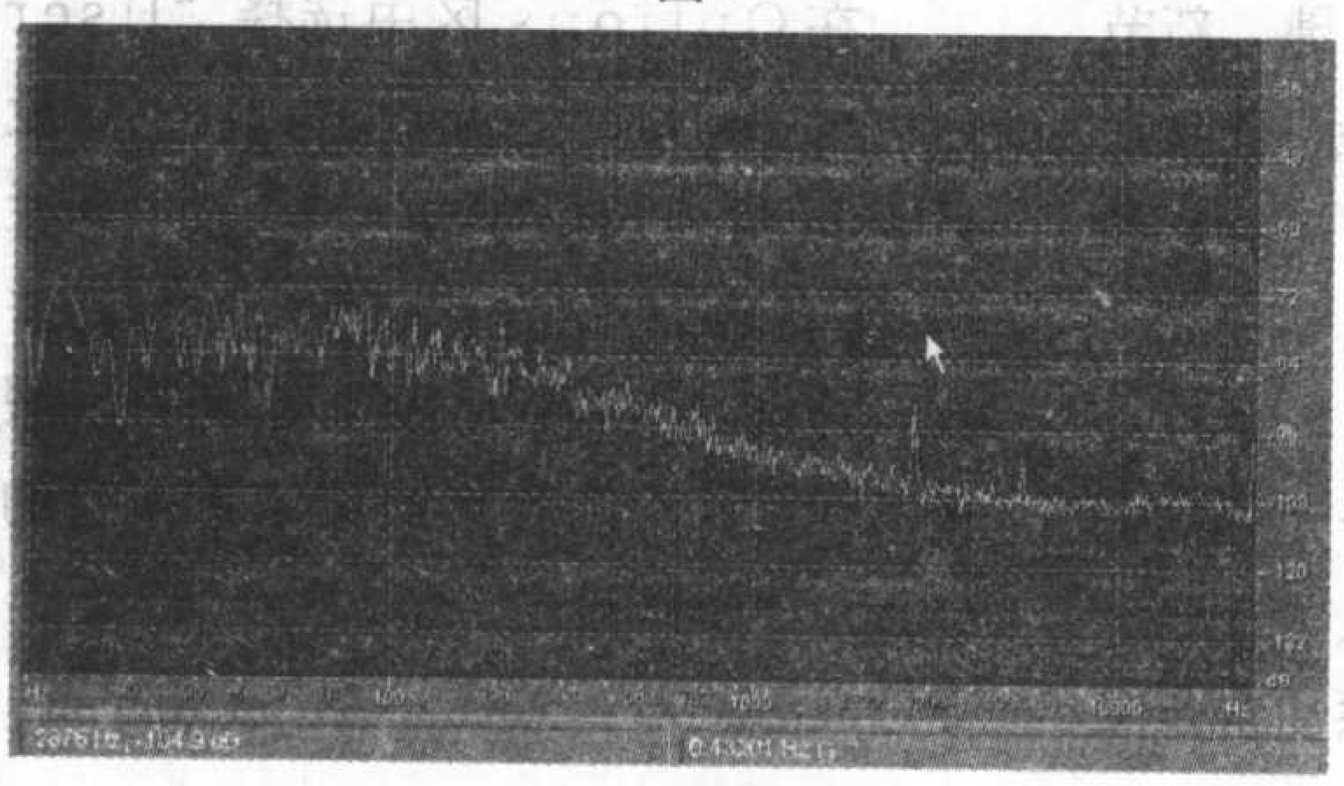


图2

这些电机除直接散发噪声外，还会沿着壳体、支架等固体传播振动。不少杂牌机箱的铁皮非常薄，机械强度低，机箱内有的地方连接不牢固，也很容易在电机转动噪声和振动的策动下发生振动，甚至在某些比较低的频率发生共振，成倍地放大噪声。

另外如果电源的质量不好，本身开关频率只有二十多kHz，如果工作条件劣化，也会发生开关频率降入音频范围的情况，变压器线圈等振动发出尖利的高频噪声。由于大多成年人的听力范围随年龄增长而严重衰减，很多人听不到15kHz以上的噪声。然而对于听觉灵敏的人和少年儿童，这样的噪声对他们是极其有害的。

严格测量和计量噪声需要用到声级计，但是我们业余测量和考察，特别是相对测量比较，用一般的话筒和声卡即可，最好用驻极体话筒，即常见的“耳麦”上的话筒，它的灵敏度比较高，可以直接输入声卡话筒接口。至于测量的软件，可以用Adobe Audition，本刊以前有过介绍，通过该软件可以查看波形、分析频谱、计算强度，非常方便。这样的软件就充当了仪器计量的作用。图1为一个典型的噪声分析频谱图，是一个815主板集成声卡麦克风端口的本底噪声，可以看到虽然其自身低频段噪声比较高，但笔者用专业声卡测试的结果表明环境噪音也集中在低频段，这样的声卡做业余测试已经基本够了。图2是笔者房间的环境噪声，由于话筒和放大电路的灵敏度有限，已经与本底噪声基本重合了。

盘大量出现在二手市场上，采购时要注意避开这类东西。

那么我们怎么给硬盘降噪呢？可以有降速、减震、隔离等多种手段。

要想使噪音降下来，可以采用硬盘厂家提供的管理软件，例如迈拓公司的Silent Store、IBM的硬盘管理工具IBM Feature Tool等，其中包括声音管理工具，可以让硬盘在两种工作模式下来回切换，一种是低噪音的安静模式（Quiet Seek Mode），一种是高性能的正常模式（Normal Seek Mode），通过降低读取速度来降低噪音。不过这些软件的版本比较老，而且都是只针对读盘的，空转的噪音无法消除。另外是否对新硬盘有效还不得而知，如果有兴趣可以到网上查找软件及有关介绍。

硬盘在电脑系统中属于数据传输速率比较慢的环节，是电脑性能提高的瓶颈，现在我们又把读盘速度降下来了，显然对提高系统性能是不利的。况且一般来说硬盘启动后都是全速运转的，即使不读数据也在空转。空转噪音也是相当烦人的，因此这并不是最好的办法。

更好的办法是将硬盘产生的振动衰减下来，从而降低噪音。前面讲过振动会沿着壳体、支架等固体传播，由于硬盘的质量重、直径大，转动惯量相当高，振动的频谱很广，一般用手摸机箱即可明显感觉到振动。我们可以采用加减振垫安装的方法来降低振动的传播。图2所示即市售的成品减振垫。根据笔者测试和分析的结果，用合适的减振垫可以大幅度降低振动。

由于硬盘本身直接发出噪声，最优的降噪办法是结合减震安装的措施，再将硬盘噪音隔离，简单说就是用一个盒子将硬盘装起来。其实上述的IBM 30G，

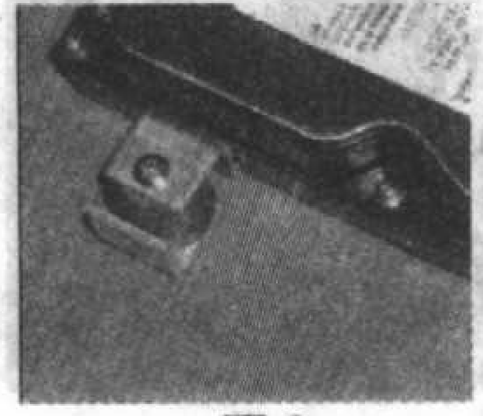


图2

笔者购买不久就自己制作了一个铝合金密封盒子将其装了起来降噪。

盒子的结构不复杂，但是一定要选择散热性能好的材料，铝合金是最合适的。电子爱好者大多比较爱动手，可以自己设计制作，或选择合适的现成产品改造。最近笔者在电子市场见到一种铝合金盒子，大小和结构正适合硬盘用，如图3所示。这个盒子带有现成的面板，可以完全密封。大家可以很容易地将其改造为适合安装到光驱安装位的架构。一般机箱都有两个以上的光驱安装位，完全可以用一个来装硬盘。

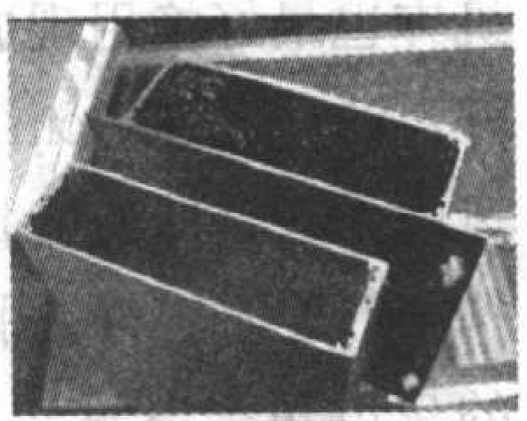


图3

笔者将上述希捷7200.7型号120G硬盘装到改造的硬盘盒里，结果噪音基本听不到了，测试盒外的噪音频谱如图4所示。对比图1的曲线我们可以看到大部分噪音频谱被衰减了10～20dB，隔音的效果是相当明显的。

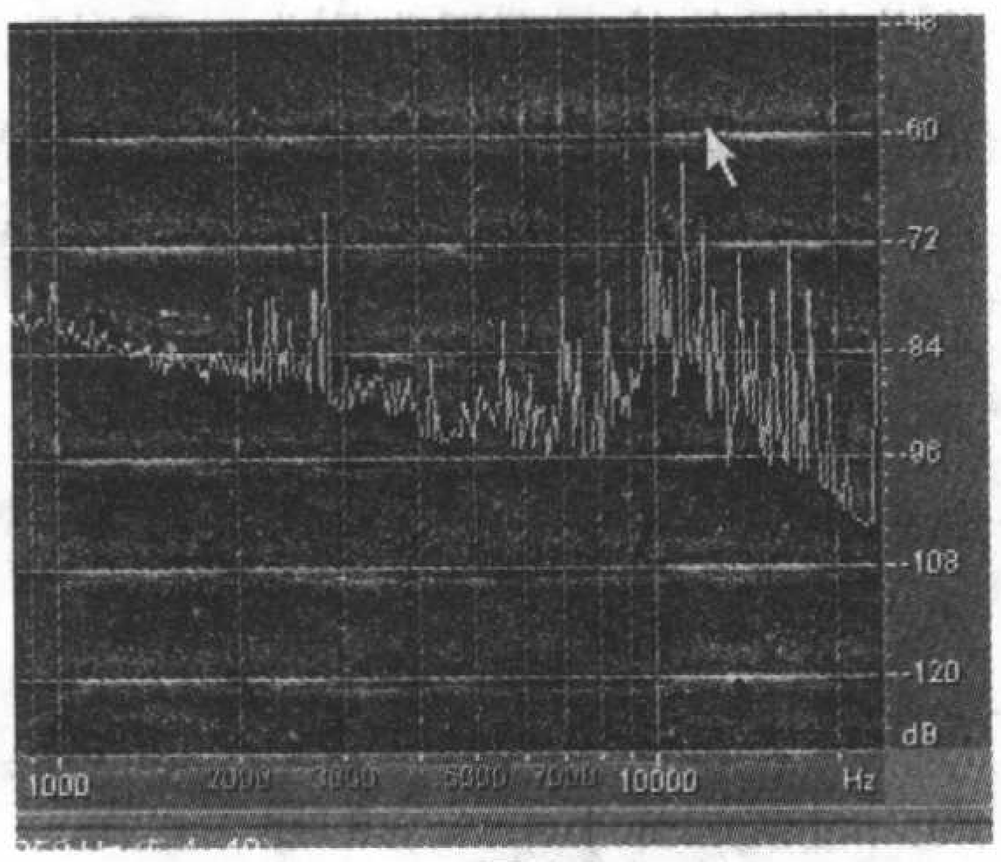


图4

CPU降噪

CPU的功耗大了，散热要求自然就高了，现在普遍都采用厚重的散热片和比较大的高速风扇，在这种情况下噪音也不可忽视。

现在正规高质的大型CPU风扇大多是滚珠轴承的，虽然比以前的含油铜套轴承噪音低，寿命高，但由硬盘的事例我们可以知道它仍然不是最好的办法。当然由于它的转速没有硬盘高，再者出于成本限制，现在还没有听说有采用液态轴承的。图5就是一个采用微型滚珠轴承的P4风扇的局部照片。

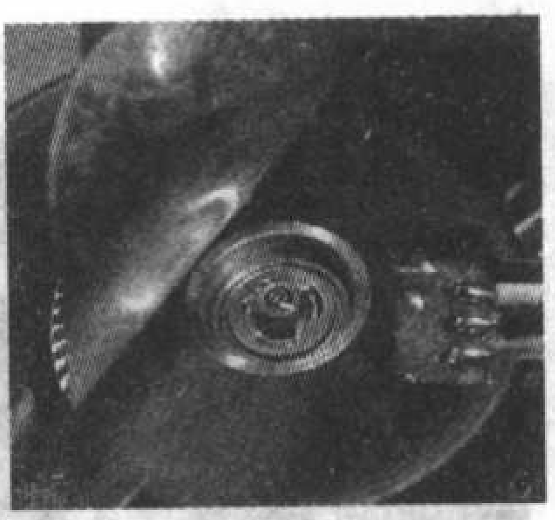


图5

不论是滚珠轴承还是含油轴承，都是主要靠油来润滑的，如果油干涸或固化变质了，噪音将极大地增加，这种情况在天冷的时候常常发作。这时我们可以揭开风扇轴上盖的商标，如图5所示，向轴承部位添加一些优质机油，即可使风扇恢复青春。注意机油可以选择一般机动车或工厂机器用的高速机油，但切不可用吃的菜油，这类油含大量不饱和脂肪酸，很容易变质失效，也最好不要用太稀薄的缝纫机机油。

如果你感觉CPU风扇的噪音比较大，可以更换比CPU要求的规格高的散热器。市场上有许多品牌的高档散热器供选择，这些高档散热器采用更强大的散热系统和更大的风扇，这样就可以降低一些风扇的转速，噪音也很低。

如果你还使用P3级别的旧CPU，虽然它们本身发热比较低，但由于散热器风扇细小，转速高，一般是含油轴承的，噪音大多相当明显，这时我们完全可以将风扇换为P4散热器用的大风扇，再大幅度降低风扇转速，就可以基本消除噪音了。降低CPU风扇的转速最简单的办法就是在其供电线上串联电阻来降低供电电压。电阻的阻值建议取10～50Ω，对于不同的风扇电阻的降压效果是不同的，一般CPU风扇都是标称12V电压的，但在8V左右的电压下工作没有任何问题。具体的CPU风扇需要多大的电阻来实现转速和噪音的平衡，需要具体的实践来选择。注意由于电阻的功耗比较大，应该选1/2W以上的规格，如

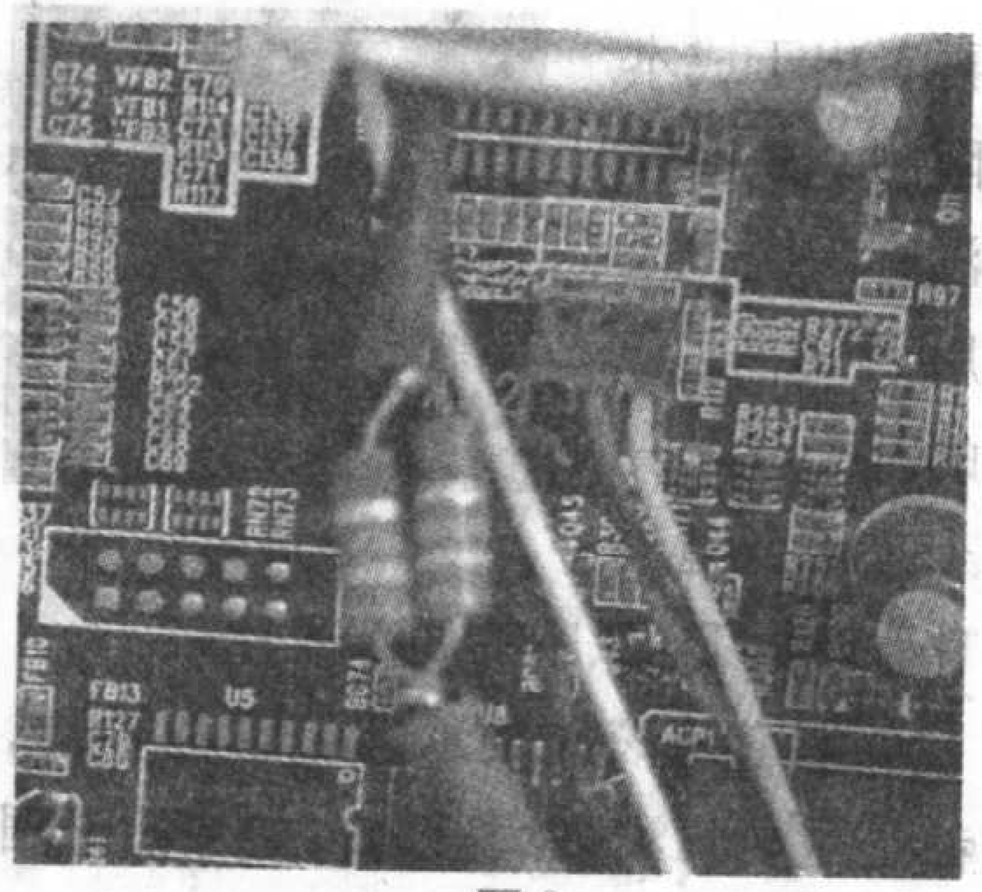


图6

果阻值较大更应该取1W以上。图6所示是笔者的C3 1.2G电脑上加的风扇电阻，阻值75Ω，采用两只1/2W的150Ω实心电阻并联。

CPU风扇本身一般就是由主板进行温度控制转速的，如果你还担心CPU风扇降速后散热是否足够，可以在电阻两端并联一个50℃左右的温度开关，当超稳时温度开关导通，风扇全速运转，可以很快降温。

电源降噪

本刊去年有文章讨论了电源质量的重要性，因此对于电源来说首要的问题是选用质量优良的产品。一般电脑电源的尺寸为15cm×14cm×8cm，而且风扇大多是安装在电源插座旁边向外吹风的，因此大多采用8cm风扇，在大功率电源上就需要很高的转速，噪音也比较大。现在好多电源的功率达到了300W以上，为了兼顾散热的要求，采用更大的风扇横向安装在电源机壳上，有些采用9cm、12cm风扇，高端产品甚至采用14cm风扇。由电源的尺寸可以看到14cm风扇就是极限了。这样大的风扇转速较低时就可以提供很大的风量，噪音自然就低了。不过需要说明，大多数正规电源都带有智能温控电路，由温度来控制风扇转速，即使是8cm风扇的P4大功率电源，有些名牌产品还是能够做到很低的噪音的。

如果你的电源噪音比较高，可以更换优质风扇，或采取更换大尺寸风扇横向安装的措施，不过这时要确定电源内部的结构有足够的空间供改造，机壳也最好换用现成的带有横向风扇开口的，一般以9cm风扇的为好，12cm风扇太大，即使能找到机壳，电路结构一般也不容许。图7所示为笔者改造的9cm风扇电源。

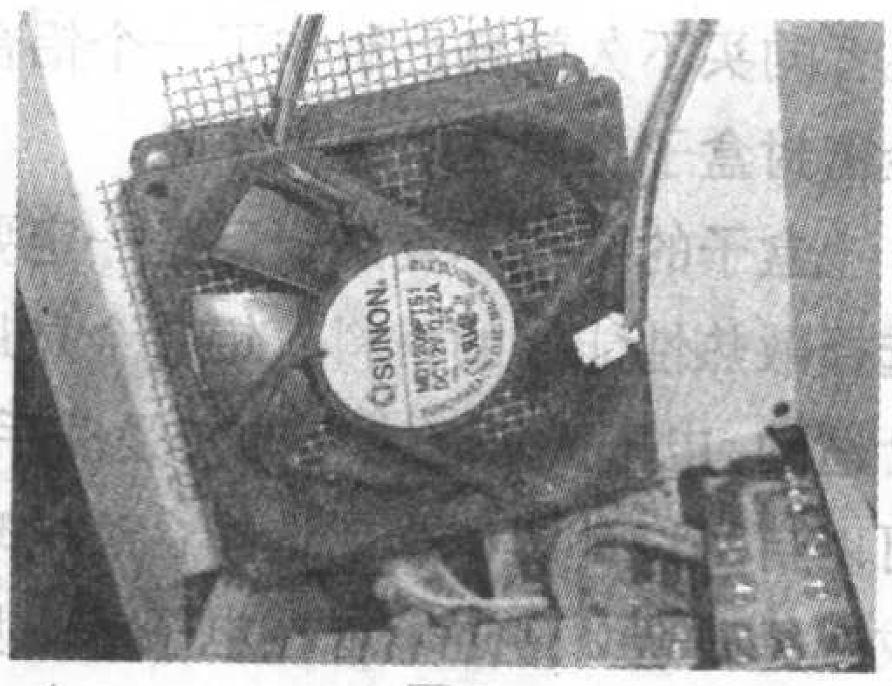


图7

显卡降噪

随着显卡游戏性能的提高，功耗也是与日俱增，目前部分显卡用了风扇来散热。由于显卡的体积有限，这些风扇都是小巧而高速的，而且是一般的含油轴承，噪音自然是低不了。不过现在好多显卡采用热管散热的方式，将显卡背面也安装上大面积的散热片，由热管导热使两面温度均衡，可以取消风扇，如图8所示。市场上也有单独的热管散热器出售，可以适应大多数显卡，我们可以通过更换热管散热器来降噪。当然如果你注重静音效果，最好在购买时就选择不带风扇的显卡产品。

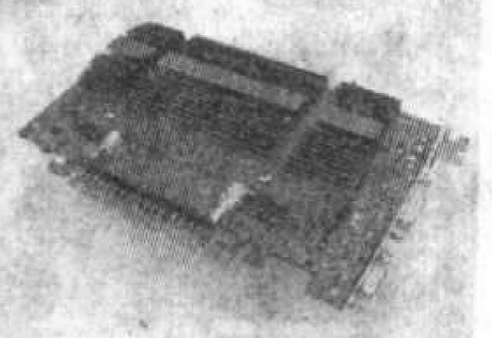


图8

系统整体散热的设计和优化

前面讲的都是计算机各部分单独的散热和降噪措施，其实作为一个有机的整体，我们更应该从系统的角度去考虑散热的设计和优化，这对选购机箱和组装电脑系统也是有帮助的。

机箱的散热风道流向是非常重要的，比如一般CPU风扇采用“吹风”的方式，如果电源风扇是横向安装的，而CPU又靠近主板边缘，那么CPU风扇会严重干扰电源风扇的风道，如图9所示。这时我们完全可以将CPU风扇拆除，换用大面积的散热器，再加上一个导风罩，使电源风扇的风道顺畅，同时保证了CPU散热，还降低了噪音，如图10所示。

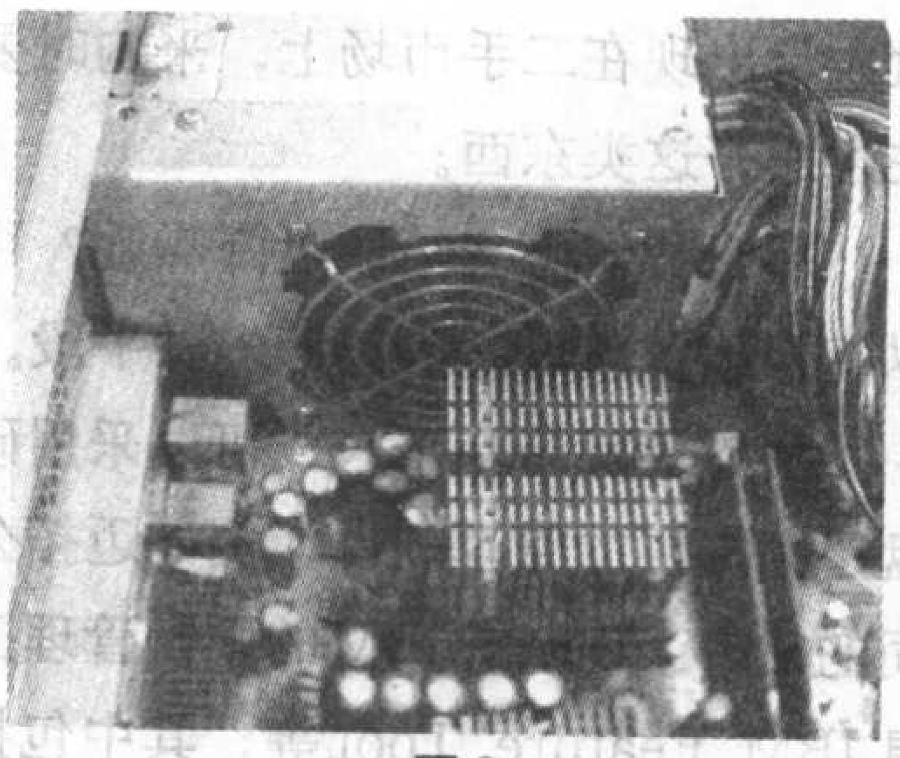


图9

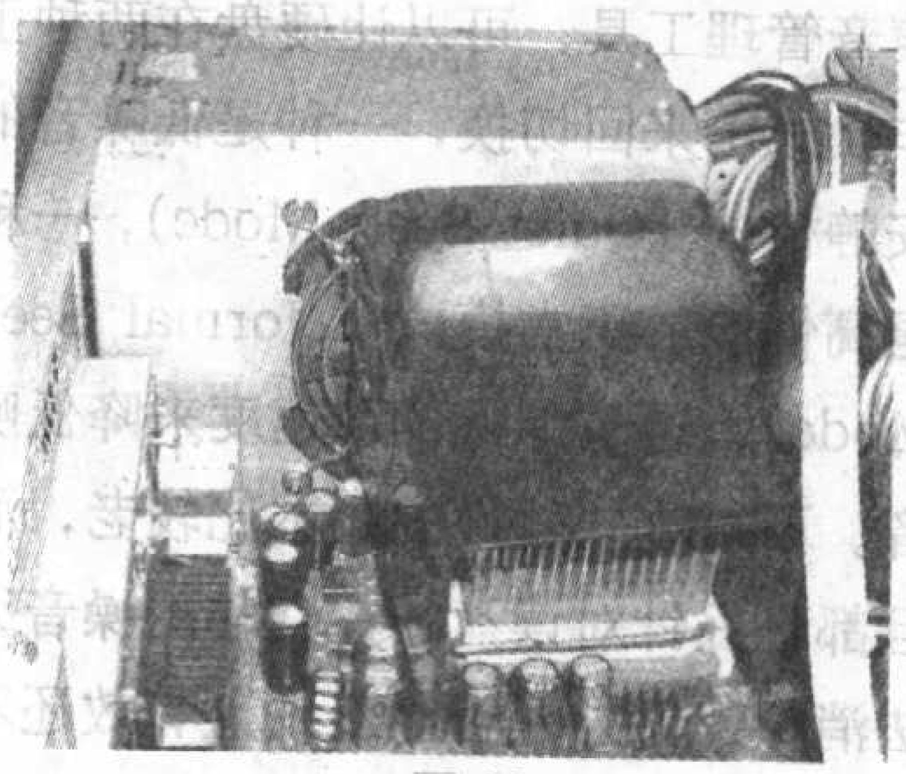


图10

目前好些机箱是符合Intel的“38度机箱”规范的，可以将机箱内大部分地方的温度控制在38度以下。而更先进的新一代BTX机箱和主板标准，也是由Intel主推的，就是考虑了目前CPU和显卡的大功率散热要求而特别制定的。BTX主板标准将CPU位置固定，由一个大风扇从前面板抽风直接给CPU散热，而且显卡散热器与CPU散热器位于同一水平线上，这样就将两个发热大户的散热问题比较好地解决了。图11即戴尔的最新BTX系统的实物照片。

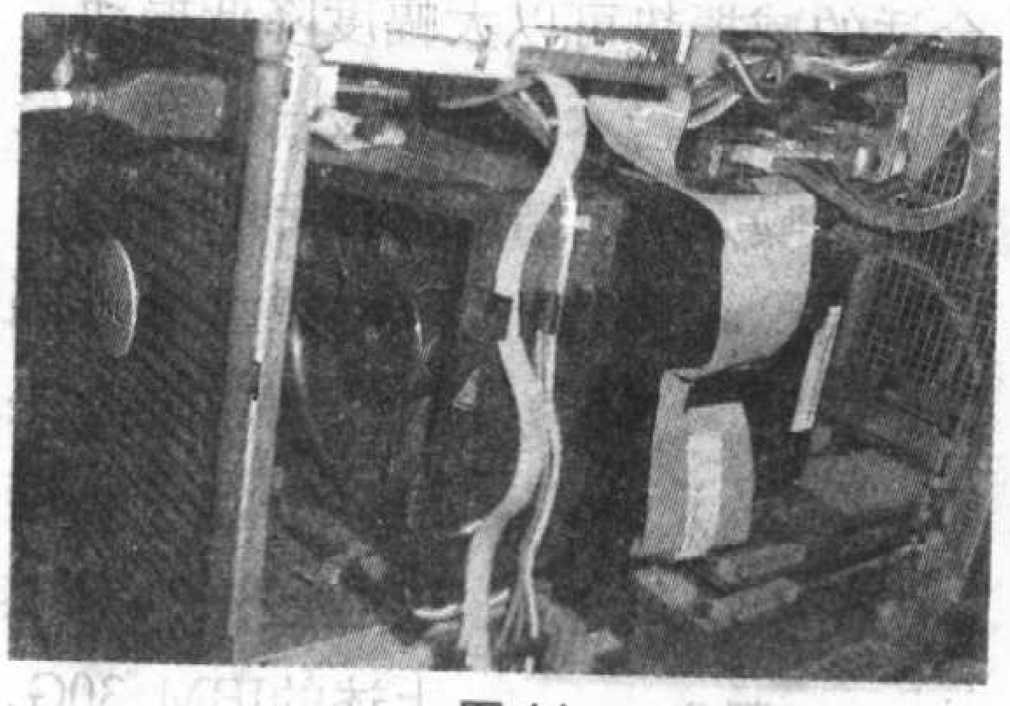


图11

走进精彩的AVR单片机世界

编者按：单片机种类繁多，特色各异，美国ATMEL公司AVR系列单片机具有更现代、更合理的硬件架构，芯片内部集成了丰富的外围，功能强大，使用方便，正越来越多地被人们应用于各种电子产品。ATmega16是AVR系列中一款中高档芯片，本连载文章将会通过一系列基于此芯片的制作范例，由浅入深，逐步帮助读者打开通往AVR世界的大门。

用ATmega16设计简单流水灯电路

文/李鹏飞

本文中，笔者首先为您简单介绍ATmega16的硬件资源，然后介绍操作这些硬件的汇编语言指令，之后是运用汇编指令编程并在编译软件中编译产生ATmega16可以使用的二进制执行文件，最后是硬件连接，并将前面产生的二进制执行文件使用烧录工具写入ATmega16，在焊接好的硬件电路上观察程序的执行结果。通过本文，读者可以大体掌握ATmega16开发使用的一般流程。

一、ATmega16硬件资源的简单介绍

ATmega16（见图1，DIP封装）具有Harvard架构和精简指令集RISC（Reduced Instruction Set CPU)，大多数指令为单时钟周期指令，因此可以达到接近1MIPS/MHz（时钟每振荡1M次，CPU可以执行1M条指令）的处理能力，远高于传统的51系列单片机。DIP封装的ATmega16为40脚，有32个是可供用户使用的I/O端口；16K字节FLASH存储器用来存放用户程序代码，FLASH存储器可以重复擦写1000次以上；1K字节内部SRAM，足以应付相当复杂的运算或者其他大数据量的应用，相比外接SRAM，电路板尺寸缩小和连线减少，出错几率也随之减小；512字节内部EEPROM，可以用来存储程序运行所需的常数，相当方便；32个通用寄存器，与51单片机不同的是它们都可以进行运算和比较（具体使用看指令要求)，而不必受51单片机中累加器的限制；ATmega16具有JTAG接口，支持JTAG硬件仿真。

图1

外围方面，ATmega16内部集成了8位定时器/计数器、16位定时器/计数器、RTC、A/D转换器、USART串口通信、SPI接口等丰富的功能，在以后的文章中笔者将结合范例为大家说明各个外围功能具体的使用方法。如果需要更深入了解ATmega16，请参考ATmega16数据手册。

二、ATmega16汇编语言指令以及I/O端口使用介绍

ATmega16共有130条汇编指令（不必担心指令多难以记忆，只需掌握常用的指令即可)，按照功能可以分为5大类，即数据传送指令（35条)、算术和逻辑运算指令（28条)、比较和转移指令（36条)、位操作和位测试指令（28条）和MCU控制指令（3条)，这些指令大多数为单周期时钟指令。本文先简单介绍几个即将在本范例中使用的指令。

1. MOV——拷贝寄存器指令

MOV指令把一个寄存器中的值拷贝到另外一个寄存器，它的语法：

`MOV Rd, Rr` (0≤d≤31，0≤r≤31)；执行结果：将寄存器Rr中的数值拷入Rd寄存器。

例如，寄存器R20值为0X58，执行`MOV R21,R20`之后，R21中的数值也为0X58。

2. LDI——载入立即数指令

LDI指令将一个8位立即数载入寄存器R16~R32。注：R0~R15不能使用此指令。语法：

`LDI Rd,K` (16≤d≤31，0≤K≤255)；执行结果：将K载入寄存器Rd。

例如，执行`LDI R16,0X79`指令，R16的值为0X79。

3. IN——读取I/O空间（包括端口，定时器，配置寄存器等）内容到寄存器

语法：`IN Rd, A` (0≤d≤31，0≤A≤63)；

例如，执行`IN R16,PINB`指令，则PINB管脚上的状态被读入寄存器R16。

4. OUT——将寄存器值送到I/O空间（包括端口，定时器，配置寄存器等）

语法：`OUT A, Rr` (0≤A≤63，0≤r≤31)；

例如，设R16值为0XFF，执行`OUT PORTB,R16`，则PORTB被送入数值0XFF。

5. SBRC——如果寄存器中所要检测的位为0，跳过一行指令

语法：`SBRC Rr,b` (0≤r≤31，0≤b≤7)；

例如：设R16值为0B11111110，执行

```
SBRC R16,0
DEC R16
INC R16
```

程序跳过DEC R16，执行的结果R16=0B11111111。

更多指令的用法请读者参考指令集。

至此我们已经掌握了ATmega16的一些汇编指令的使用方法，在开始ATmega16的I/O端口编程之前，我们还需要知道如何使用这些指令来控制ATmega16的I/O端口。

ATmega16的每个I/O口都可以独立配置成为输入端口或者输出端口，并且分为A、B、C、D四组，每组8位（PX0~PX7），共32个，每组I/O端口由3个8位寄存器控制。以端口A为例，分别是方向寄存器DDRA、数据寄存器PORTA和输入引脚寄存器PINA。DDRA中的8位依次对应于A组的8个I/O口，如果位值为1，则相应的I/O口为输出端口；位值为0，对应的I/O口为输入端口。例如DDRA=0B11010010，表示PA0、PA2、PA3、PA5配置为输入，PA1、PA4、PA6、PA7配置为输出。

PORTA是A组端口的数据寄存器。PORTA数值的意义首先依赖于DDRA的设置。上面已经知道，若DDRA中的某一位为1，则其对应的I/O端口为输出端口，那么是输出高电平还是低电平呢？这就由PORTA中对应的位值来决定了：为1输出高电平；为0输出低电平。若DDRA中某位为0，即其对应的I/O端口为输入端口，此时若PORTA对应位为0，则关闭内部上拉；为1 打开内部上拉（ATmega16的端口作为输入端口时，内部有上拉电阻可供使用。上拉可以增强输入信号，但会增加电流消耗）。例如DDRA=0B11010010，PORTA=0B01110001，PA0、PA2、

表1

DDRXn	PORTXn	I/O端口	内部上拉	备 注
0	0	输入	无	管脚为高阻态
0	1	输入	有	
1	0	输出	无	输出低电平
1	1	输出	无	输出高电平

PA3、PA5配置为输入，其中PA0、PA5打开内部上拉；PA1、PA7输出低电平，PA4、PA6输出高电平。

PINA是只读的。在I/O端口配置为输入时，读PINA可以得到输入状态。注意不是读PORTA寄存器，PORTA中的值是程序员赋予的。

I/O端口配置见表1（X：A、B、C、D；n：0~7）。

三、程序编写与程序编译

至此，我们已经可以进行I/O的编程工作了。

假设PA0~PA7接8个LED，当端口输出低电平时LED点亮；PB0连接一个按键，按键按下后管脚为低电平。程序实现如下功能：检测到按键按下，PA0~PA7依次点亮；按键没有被按下，LED全部熄灭。

首先在电脑上安装汇编编译软件AVR Studio，AVR Studio负责把汇编程序转换成单片机可以识别的二进制执行代码。最新的安装文件见本刊网站本文的相关链接，之后安装它的补丁包SP2。重启计算机，AVR

图2

Studio就可以使用了。

打开AVR Studio，可以看到如图2所示界面。

点击“Create New Pr———”，出现图3所示界面，输入工程名字，选择存储地址。

点击“Finish”，就可以进入AVR STUDIO集成开发环境了，可以进行代码编写与编译，编译成功就会产生单片机可以使用的HEX文件，若编译未通过，则应该按照提示修改代码中的错误。

编译完成之后，产生单片机执行文件LedControl.HEX文件。

汇编程序与详细注释及数据手册

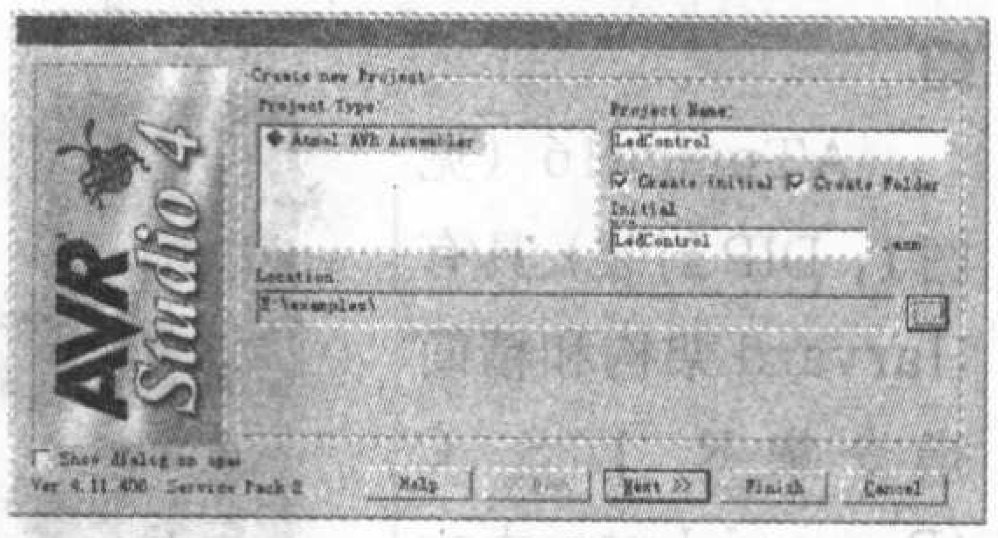


图3

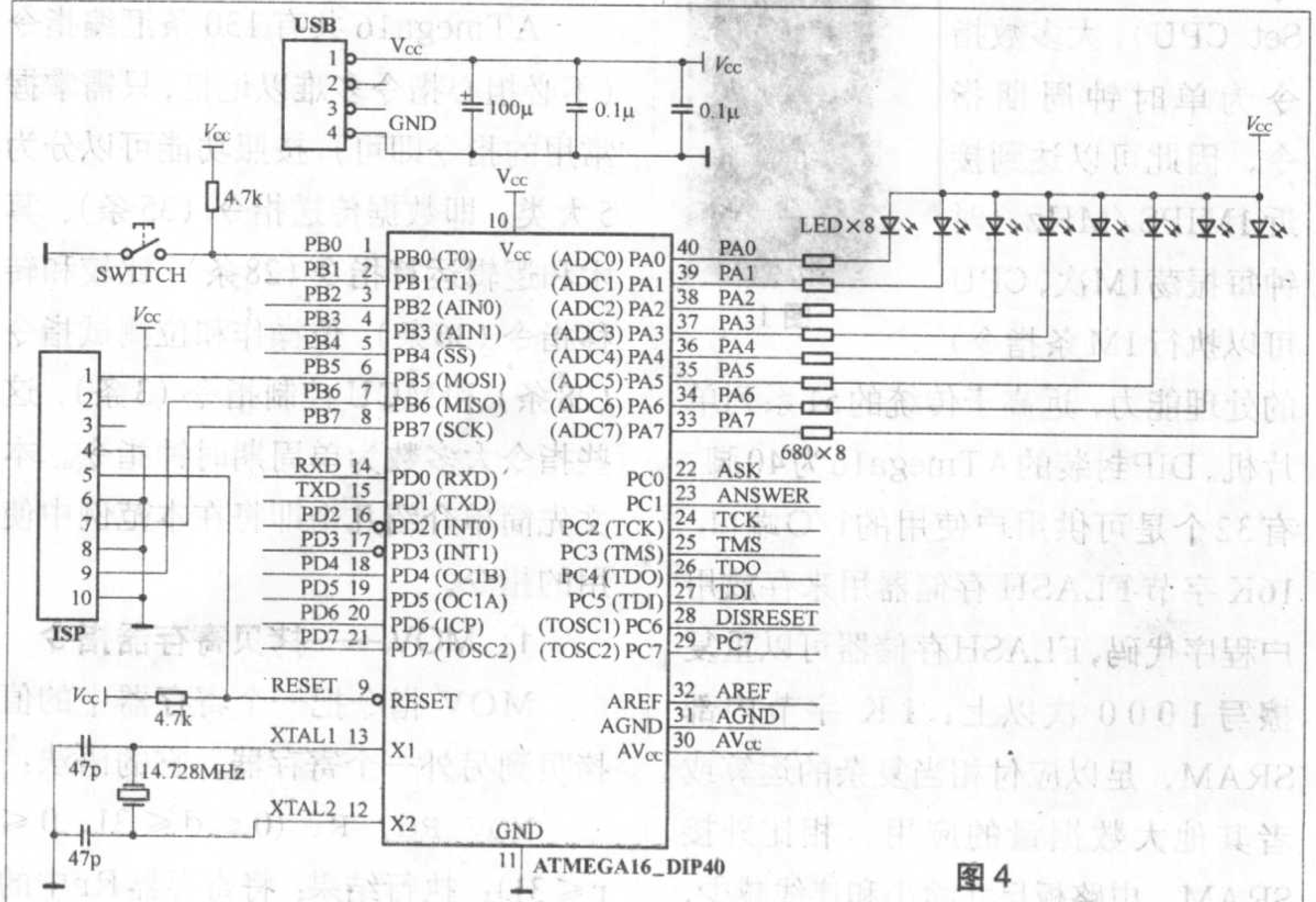


图4

Proteus应用技巧之总线方式画电路

文/朱前华 殷建彬

用Proteus设计电路时，我们有时要用总线来画电路图。用总线的方式可以节省画线的时间，并且画出的电路图占用的面积小，简洁、美观、清晰。

画总线和总线分支线

点击工具箱的总线按钮BUS，即可在编辑窗口画总线。这时画出的总线与其他元器件还没有任何电气连接关系。接着我们点击工具箱的Wire Label按钮画总线的分支线，分支线用来连接总线和元器件，画了分支线总线后和元器件就有了电气连接关系。画总线分支线有一个技巧：当我们画好一条分支线后，如果还需要重复画几条，可以在元器件的管脚上双击鼠标的左键，立刻就会出现和刚才画好的分支线一样的分支线了！如图1所示。

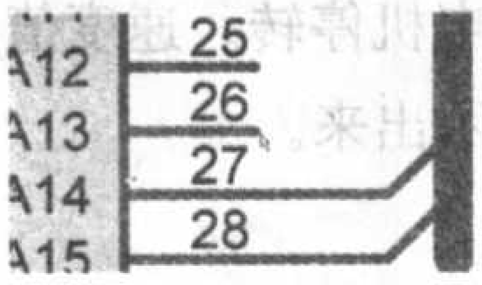


图1

总线标号

画好数条分支线后，我们还必须为每条分支线取个名字，即总线称号，以区分它们。左键点击选中的分支线会出现分支线编辑对话框（Edit Wire Label），如图2所示。我们在Label标签下的String右边填上总线标号，其他的设置默认即可。如果要连续为分支线标号在图2所示的对话框中，我们在Label标签下的String右边填上“BUS[0..7]”，注意括号是英文状态下的，括号的内容是总线的起始号码，两个点，以及结束号码。然后，再选中一条分支线，在出现的分支线编辑对话框里，点击String后面的下拉箭头，我们看到了BUS0、BUS1……BUS7的标号名字，如图3所示，我们选择其中的一个作为这条分支线的名字即可。

图2

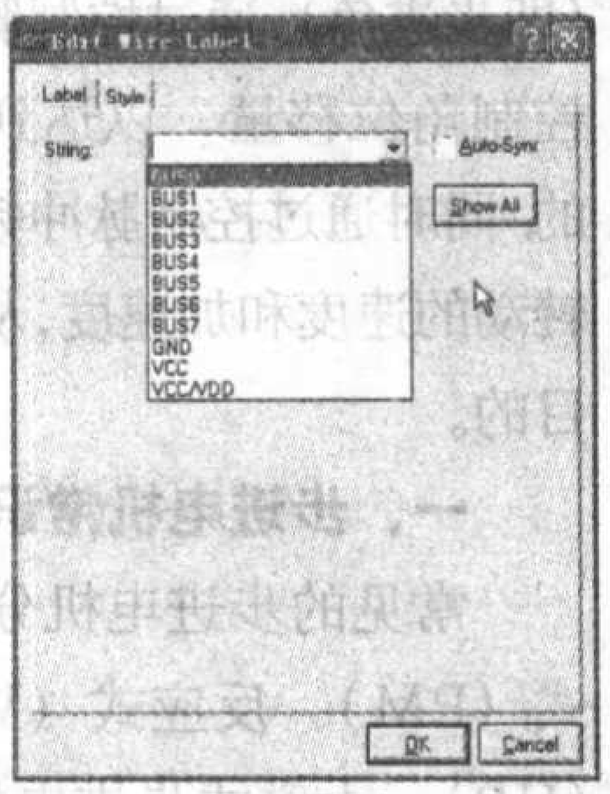


图3

和指令集见本期杂志配刊光盘。

四、硬件连接

为了实现上述功能，我们设计电路图如图4所示。

这个电路中，我们首先要解决电源问题，计算机的USB接口可以方便地提供5V电压，是个不错的选择。搭建电路板的过程中，可将USB接口的定位脚去掉，就能够焊接到面包板上了。然后是ATmega16的40芯插座，可以把晶体放在插座下面，如图5所示。依照面包板的不同情况，合理安排ISP插座的位置和LED的位置，完成电路的焊接。电路搭建材料可以参考本期配刊光盘中关于硬件材料和焊接的图片。搭建好的电路板如图6所示。

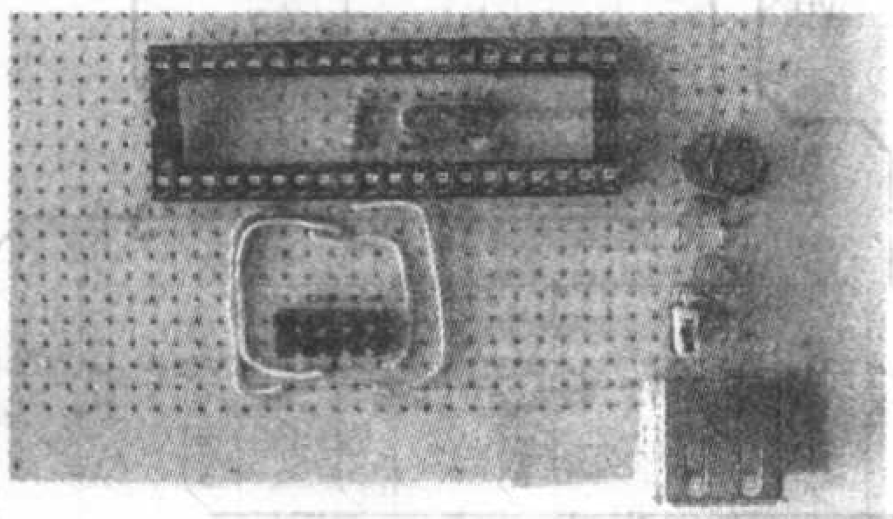


图5

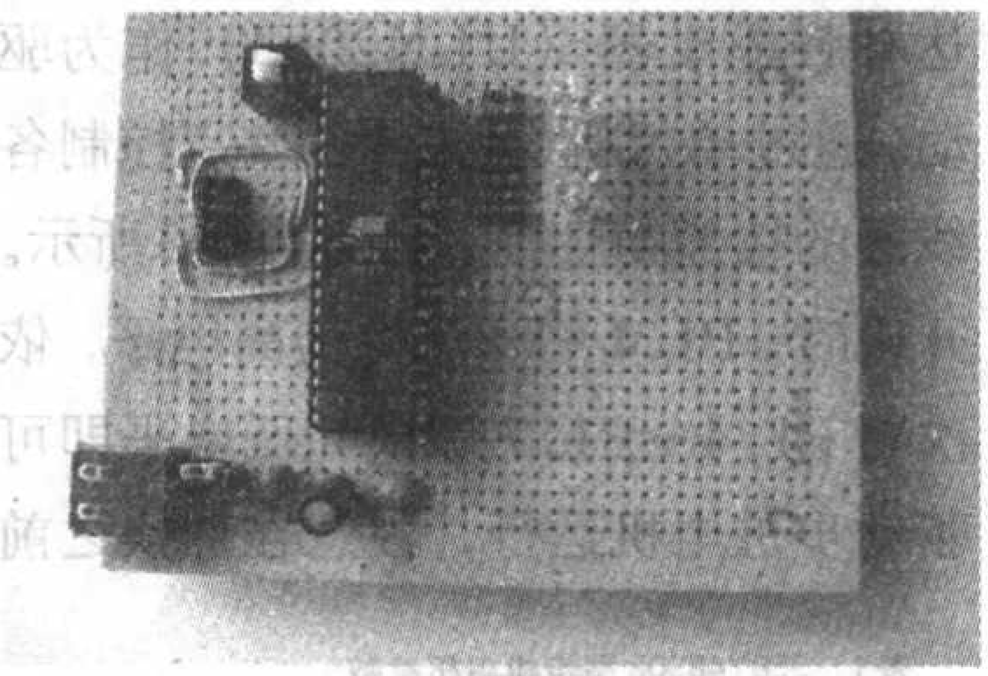


图6

五、烧录程序并观察运行结果

要把HEX执行文件烧录到ATmega16中，我们首先需要的硬件是一条下载线，然后是烧录软件PONYPROG。读者可到本刊网站下载安装软件PONYPROG，按照该软件的说明进行设置，之后将程序烧录入ATmega16。

运行电路前，先将短路冒拔下，使电路板断电，再插上短路冒上电，让CPU进行一次复位。按下按键，就可以看到LED如所想的那样逐个点亮（见图7）。松开按键LED熄灭。

图7

至此，第一个AVR制作的范例全部完成。与AVR的第一次接触感觉或许会有点生涩，但不管怎么说，我们已经初步了解了ATmega16芯片、汇编语言的简单编程、编译软件AVR STUDIO的应用，以及下载线加PONYPROG软件进行芯片烧录。接下来笔者会通过更加有趣的范例，带你一步步深入精彩的AVR世界。

文后练习：

使用AVR STUDIO，建立新工程，在已经焊接好的硬件上实现如下功能：按下按键，LED依次闪烁，如本文例子，抬起按键熄灭；再次按下，以倒序方式依次闪烁，抬起按键熄灭；第三次按下按键同第一次按下按键，如此循环。将程序烧录入ATmega16，观察运行结果。

初识单片机测控应用

用单片机控制步进电机

文/周 坚

步进电机是机电控制装置中一种常用的执行机构，它的用途是将电脉冲转化为角位移，通俗地说，步进驱动器每接收到一个脉冲信号，就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度（即步进角）。通过控制脉冲个数即可以控制角位移量，以达到准确定位的目的；同时通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

一、步进电机常识

常见的步进电机分为三种：永磁式（PM）、反应式（VR）和混合式（HB）。永磁式步进电机一般为两相，转矩和体积较小，步进角一般为7.5°或15°；反应式步进电机一般为三相，可实现大转矩输出，步进角一般为1.5°，但噪声和振动都很大，在欧美等发达国家80年代就已淘汰；混合式步进电机是指混合了永磁式和反应式的优点，它又分为两相和五相：两相步进角一般为1.8°；五相步进角一般为 0.72°。这种步进电机的应用最为广泛。

二、永磁式步进电机的控制

下面以电子爱好者业余制作中常用的永磁式步进电机为例，介绍如何用单片机控制步进电机。

图1是35BY型永磁步进电机的外形图，图2是该电机的接线图，由图可见，电机共有四组线圈，四组线圈各有一个端点连在一起引出，这样一共有5根引出线。要使步进电机转动，只要轮流给各引出端通电即可。将图2中的COM端标识为C，只要AC、$\overline{A}$C、BC、$\overline{B}$C轮流加电就能驱动步进电机运转。加电的方式可以有多种，如果将COM端接正电源，那么只需用开关元件（如三极管）将A、$\overline{A}$、B、$\overline{B}$轮流接地。

图1

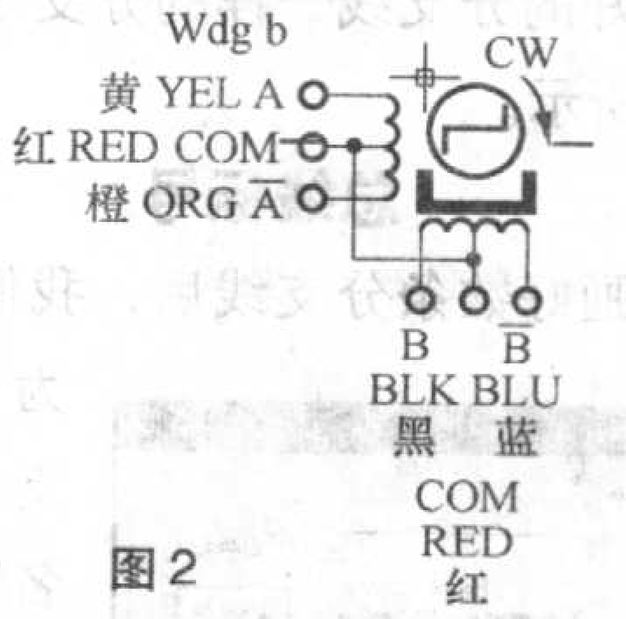


图2

表1列出了该电机的一些典型参数。有了这些参数，就不难设计出控制电路，因其工作电压为12V，最大电流为0.26A，因此用一块开路输出达林顿驱动器（ULN2003）作为驱动，通过单片机的P1.4~P1.7控制各线圈的接通与切断，电路如图3所示。开机时，P1.4~P1.7均为高电平，依次将P1.4~P1.7切换为低电平即可驱动步进电机运行，注意在切换之前将前一个输出引脚变为高电平。如果要改变电机的转动速度只要改变两次接通之间的时间，而要改变电机的转动方向，只要改变各线圈接通的顺序。

表1 35BY48S03型步机电机参数

型号	步进角	相数	电压	电流	电阻	最大静转距	定位转距	转动惯量
35BY48S03	7.5°	4	12V	0.26A	47 Ω	180	65	2.5

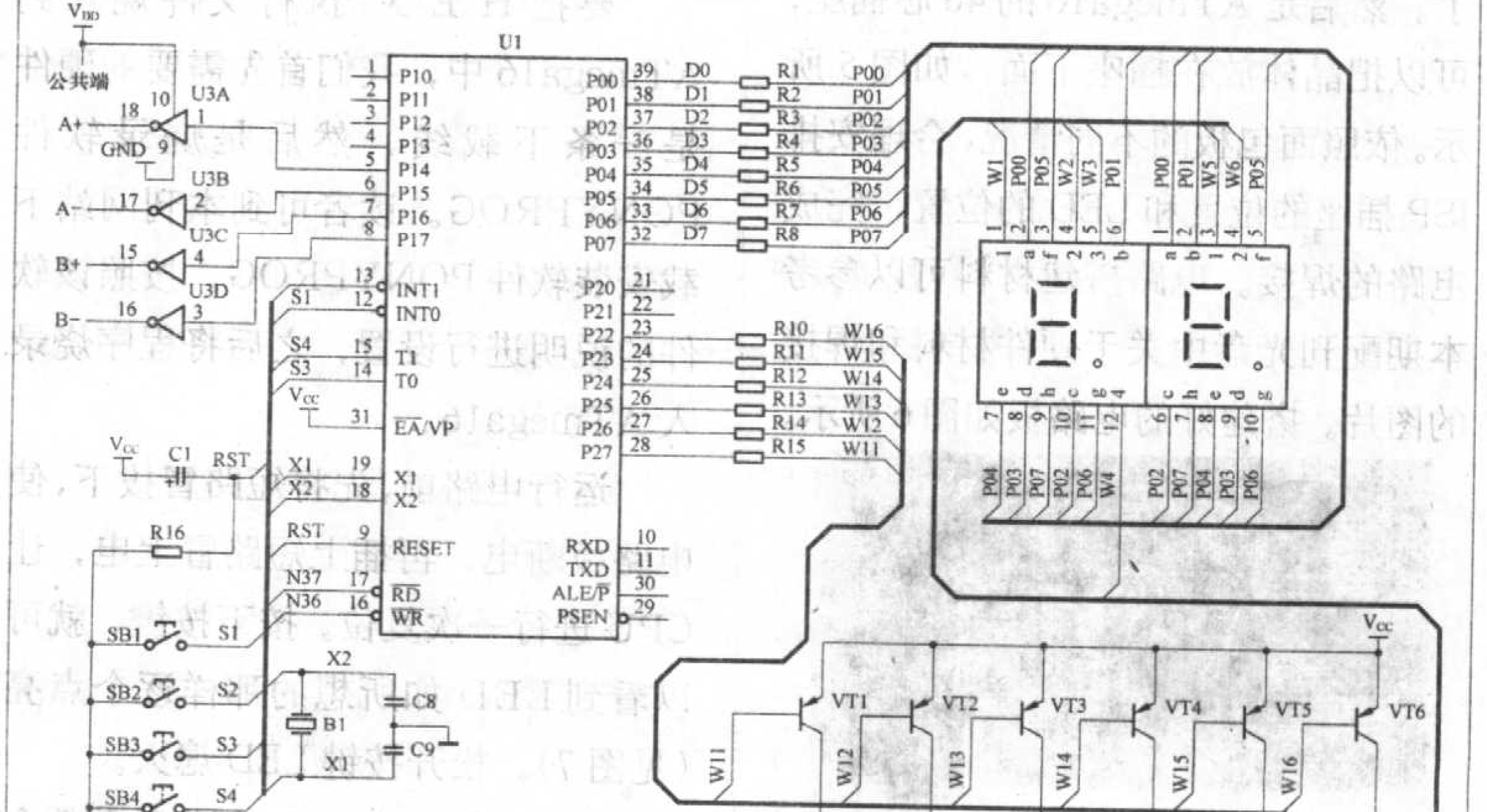


图3

三、步进电机的驱动实例

要求：控制电路如图3所示，开机后，电机不转，按下启动键，电机旋转，速度为25转/分，按下加1键，速度增加，按下减1键，速度降低，最高速度为100转/分，最低转速为25转/分，按下停止键，电机停转。速度值要求在数码管上显示出来。

1. 要求分析

按上面的分析，改变转速，只要改变P1.0~P1.3轮流变低电平的时间即可达到要求，这个时间不应采用延时来实现，因为会影响到其他功能。这里以定时的方式来实现。下面首先计算一下定时时间。

按要求，最低转速为25转/分，而上述步进电机的步进角为7.5°，即

电冰箱液晶显示温控器

文/周兴华

近年来，家电领域的技术发展、更新换代非常快，但作为白色家电的电冰箱变化似乎不太大。传统电冰箱的冷藏室温控器旋钮一般有7个数字，这些数字并不表示冰箱内具体的温度值，而是表示所控制的温度挡位，数字越小，箱内温度越高。

随着技术的发展，目前有一些冰箱采用了电脑智能温控及LCD（或LED）箱门外温度显示。所谓智能温控就是通过感温头精确感应，把冰箱内温度的变化传递给中央控制芯片，由芯片控制制冷系统使冰箱内温度达到显示屏上的设定值。

这里介绍一种电脑型电冰箱温控器的设计电路，使用16 × 2字符型带背光的液晶模组作显示。该温控器电路简单，成本很低，但要用单片机编程。读者朋友通过实际制作调试，可以初步学会利用单片机进行智能化家电产品设计的思路。

电路原理

图1为“电冰箱液晶显示温控器”电路图。单片机AT89S51为控制核心，它既负责读取DS18B20测得的环境温度并输出至液晶模组显示，同时又产生实时时钟供液晶显示，使“电冰箱液晶显示温控器”能作为一台精度较高的电子钟使用，并且AT89S51还负责键盘输入扫描及输出控制压缩机的运行等。

表2 步进电机转速与定时器定时常数关系

速度	单步时间(μs)	TH1	TL1	实际定时（μs）
25	50000	76	0	49996.8
26	48077	82	236	48074.18
27	46296	89	86	46292.61
28	44643	95	73	44640.155
…	…	…	…	…
100	12500	211	0	12499.2

每48个脉冲为1周，即在最低转速时，要求为1200脉冲／分，相当于50ms/脉冲。而在最高转速时，要求为100转／分，即4800脉冲／分，相当于12.5ms/脉冲。可以列出表2。

表中不仅计算出了TH1和TL1，而且还计算出了在这个定时常数下，真实的定时时间，可以根据这个计算值估算真实速度与理论速度的误差值。

表中TH1和TL1是根据定时时间算出来的定时初值，这里用到的晶振是11.0592M。有了上述表格，程序就不难实现了，使用定时／计数器T1为定时器，定时时间到达后切换输出脚即可。

2. 程序实现

定义控制电路中的S1为启动键，S2为停止键，S3为加1键，S4为减1键，程序见本期配刊光盘。

本程序主要由键盘程序、显示器程序、步进电机驱动程序三部分组成，主程序首先初始化各变量，将显示器的高3位消隐，步进电机驱动的各引脚均输出高电平，然后调用键盘程序，并作出判断，如果有键按下，则调用键盘处理程序，否则直接转入下一步。下一步是将当前的转速值转换为BCD码，送入显示缓冲区；接着判断StartEnd这个位变量，是“1”还是“0”，如果是“1”，则开启定时器T1，否则关闭定时器T1。为防止关闭时某一相线圈长期通电，因此，在关闭定时器T1时，将P1.0~P1.3均置高。至此，主程序的工作即结束。为简便起见，这里没有做高位“0”消隐的工作，即如果速度为10转／分，则显示值“010”，读者可以自行加入相关的代码来处理这一工作。

步进电机的驱动工作是在定时器T1的中断服务程序中实现的，由前述分析可知，每次的定时时间到达以后，需要将P1.0~P1.3依次接通，程序中用了一个变量DjCntr来实现这一功能，在主程序初始化时，该变量被赋予初值11110111B，进入到定时中断以后，将该变量取出送ACC累加器，并在累加器中进行左移，这样，该数值就变为1110 1111，然后将该数与P1相“与”，此时，P1.4即输出低电平，第二次进入中断时，先将该数取反，成为0001 0000，然后将该数与P1相“或”，这样，P1.4即输出高电平，关断了相应的线圈，然后将该数重新取出，并作左移，即1110 1111左移成为1101 1111，将该数与P1相“与”，这样P1.5即输出低电平，依次类推，P1.7~P1.4即循环输出低电平。当这一数据变为0111 1111后，需要作适当的改动，将数据重新变回1111 0111，进行第二次循环，相关代码，请读者自行分析。

定时时间又是如何确定的呢？这里用的是查表的方法，首先用Excel计算得出在每一种转速下的TH值和TL值，然后，分别放入DjH和DjL表中，在进入T1中断程序之后，将速度值变量Speed送入累加器ACC，然后减去基数25，使其基数从0开始计数，然后分别查表，送入TH1和TL1，实现重置定时初值的目的。

看完本文内容以后，请读者自行完成以下工作：

1. 更改程序，将S1定义为“启动／停止”，而S2定义为“方向”，按下S2，切换电机旋转方向。

2. 更改程序，要求转速从1到100。

3. 更改程序，实现首位无效零消隐。

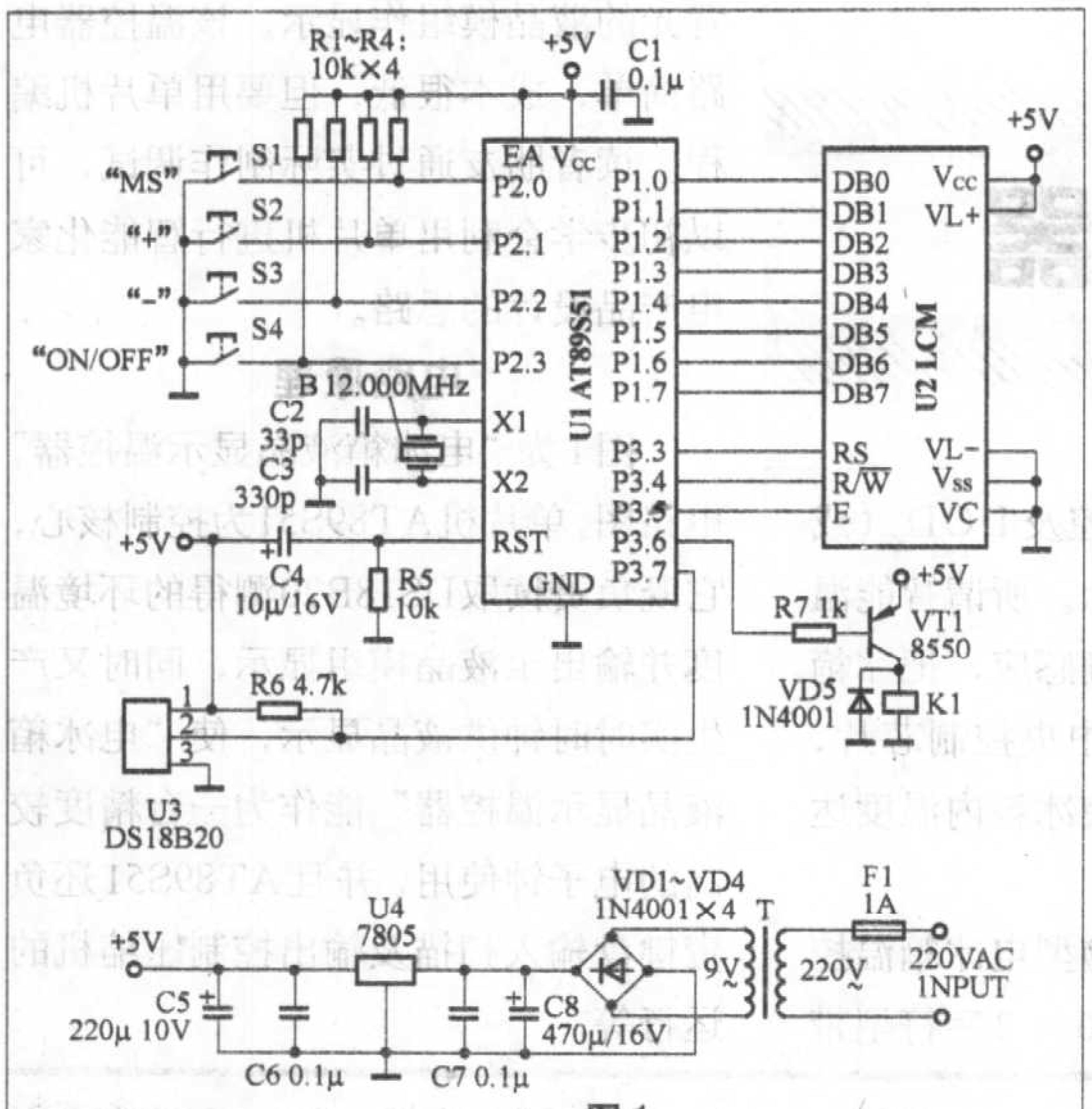


图1

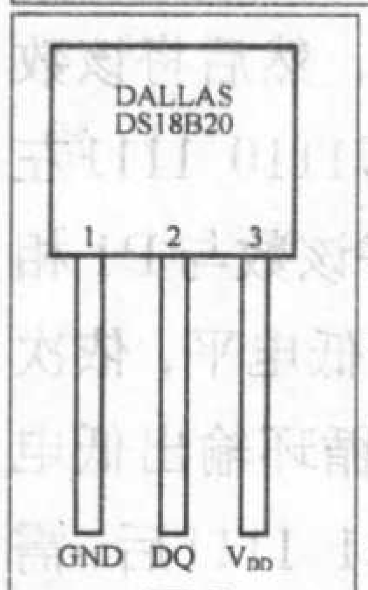


图2

16×2字符型带背光的液晶模组原理及详细使用方法笔者在2004年《无线电》杂志合订本的附录中已有介绍，读者可参考。下面简介一下单线数字温度传感器DS18B20的特点。

图2为DS18B20的外形封装。DS18B20是美国DALLAS半导体公司继DS1820之后最新推出的一种改进型智能温度传感器。与传统的热敏电阻相比，它能够直接读出被测温度并且可根据实际要求通过简单的编程实现9~12位的数字值读数方式。可以分别在93.75ms和750ms内完成9位和12位的数字量，并且从DS18B20读出的信息或写入DS18B20的信息仅需要一根口线（单线接口）读写，温度变换功率来源于数据总线，总线本身也可以向所挂接的DS18B20供电，而无需额外电源。因而使用DS18B20可使系统结构更趋简单，可靠性更高。它在测温精度、转换时间、传输距离、分辨率等方面较DS1820有了很大的改进。

DS18B20的相关资料，读者可到http://pdfserv.maxim-ic/en/ds/DS18B20.pdf上查询。

程序设计

为保证DS18B20的严格I/O时序，在软件设计中需要做较精确的延时。编程思路为：设置T0（50ms）定时中断用于计时及键盘扫描。主程序的设计为：

1.根据工作模式，调用相应的显示子函数，使液晶模组显示出对应的信息。

2．调用读取温度的子函数模块，测出环境温度。

3.根据输出标志及测得的环境温度，控制继电器通断，进而控制压缩机启停。

完整的程序见本刊配刊光盘。

调试应用

由于本系统元器件不多，故电路比较简单，但也应保证焊接质量，确认无短路、假焊等故障。随后开始通电调试，分以下几个步骤。

1.上电后液晶界面显示如图3所示，上面一行的“xx：xx：xx”代表走时的“时：分：秒”，最右“OF”代表温控功能关闭。下面的一行“SET：xxC”代表设定的温度，“SA：xx.xC”代表测得的环境温度。

2．点按S1键后，液晶界面显示如图4所示，进入调整“时”状态。其中带有底纹的“：”代表液晶字体正在闪烁，说明可对“时”进行调整，按下S2、S3键即可调“时”。

3．点按S1键后，液晶界面显示如图5所示，进入调整“分”状态。其中带有底纹的“：”代表液晶字体正在闪烁，说明可对“分”进行调整，按下S2、S3键即可调“分”。

4．点按S1键后，液晶界面显示如图6所示，进入设定“温度”状态。第二行左侧带有底纹的“：”代表液晶字体正在闪烁，说明可对设定温度进行调整，按下S2、S3键即可调“设定温度”。

5．再点按S1键后，液晶界面又回到图3的显示界面，此时进入工作状态。这时若点按一下S4键，则液晶界面的第一行右则显示“ON”，代表温控功能打开。再点按一下S4键，则显示“OF”，关闭温控功能。

在温控功能打开时，若此时测得的环境温度大于设定温度，则第一行最左侧显示“I”，代表压缩机工作（此时继电器K1吸合），见图7。

在温控功能打开时，若此时测得的环境温度小于设定温度，则第一行最左侧显示“O”，代表压缩机停转（此时继电器K1释放），见图8。

在设计中为了防止在温控点上压缩机频繁地启动／关闭，影响其寿命，温控的精度误差控制在1℃，实践证明，对冰箱的冷藏保鲜并无明显影响。

–	–	–	x	x	:	x	x	:	x	x	–	–	–	O	F
S	E	T	:	x	x	C		S	A	:	x	x	.	x	C

图3

–	–	–	x	x	:	x	x	:	x	x	–	–	–	O	F
S	E	T	:	x	x	C		S	A	:	x	x	.	x	C

图4

–	–	–	x	x	:	x	x	:	x	x	–	–	–	O	F
S	E	T	:	x	x	C		S	A	:	x	x	.	x	C

图5

–	–	–	x	x	:	x	x	:	x	x	–	–	–	O	F
S	E	T	:	x	x	C		S	A	:	x	x	.	x	C

图6

I	–	–	x	x	:	x	x	:	x	x	–	–	–	O	N
S	E	T	:	x	x	C		S	A	:	x	x	.	x	C

图7

O	–	–	x	x	:	x	x	:	x	x	–	–	–	O	N
S	E	T	:	x	x	C		S	A	:	x	x	.	x	C

图8

用单片机制作电池容量测试仪

文 / 吴汉清

我们在购买和使用充电电池的时候，最关注的指标是电池的容量，通常是根据它在某种电子产品上的使用时间来粗略估计其大小，更准确的方法是以固定的电流放电，测出电压终止时的放电时间，放电电流与放电时间的积就是电池的容量。但这种方法操作起来有一定的困难，因为要不时地去观测电池的电压。本文介绍一种用AT89C2051单片机制作的电池容量测试仪，可对镍镉和镍氢等充电电池的容量进行测试，其计时和电压测量都是自动的，测试结果用3位数字显示，测量范围为0.01Ah～9.99Ah。

电路概述

测量电池容量的方法是给电池以固定的电流放电，同时检测电池的电压，当电池放电到规定的终止电压时，根据自动记录的放电时间显示电池的容量。

电池容量测试仪电路见图1，电路由单片机电路、恒流放电电路、电池电压检测电路和数码显示电路等部分组成。

R2、C1、SB1等组成单片机的复位电路，有开机复位和手动复位两种模式，按下SB1为手动复位。

VT1、R13、R14、R15等组成电池恒流放电电路，放电电流由R13、R14的比值和R15的阻值确定，这里放电电流定为200mA。

AT89C2051在内部构造了一个模拟信号比较器，AT89C2051的P1.0口和P1.1口除了作I/O口外，还有一个功能是作为模拟信号比较器的输入端，P1.0为同相输入端，P1.1为反相输入端，模拟信号比较器的比较结果存入P3.6口对应的寄存器，P3.6口在AT89C2051外部无引脚。这个模拟信号比较器和R10、R11、R12等组成电池电压检测电路，电源电压经R10、R11分压后作为P1.1口的基准电压，电池电压通过R12输入到P1.0口。当电池电压大于P1.1口的电压时P3.6口输出为1，当电池电压小于P1.1口的电压时P3.6口输出为0。这里把两节电池串联进行测试，单节电池的放电终止电压一般取1V，故两节电池的放电终止电压为2V，因此P1.1口的基准电压取2V，从而使电池放电终了时P3.6输出为0。

集成电路7447、VT2、VT3、VT4和三只数码管等组成动态扫描显示电路，它分时轮流选通数码管公共端(这里是共阳极)，使各个数码管轮流导通即各数码管中的电流是脉冲电流，这种方式下各数码管的字段线并联使用，从而简化了硬件电路。各个数码管虽然是分时轮流通电，但由于数码管的余辉特性和人的视觉暂留效应，所以当扫描频率足够高时，看上去所有数码管是同时点亮的，并不觉得有闪烁现象。集成电路7447是片段译码器，把BCD码转换成字段码供数码管显示。AT89C2051的P1口的高四位分时输出3个数码管要显示的数字，P3口的P3.3、P3.4、P3.5输出扫描位选信号，通过VT2、VT3、VT4来控制3个数码管分时点亮。

单片机的电源由5V稳压电源提供。

软件设计

程序使用汇编语言编写，主程序流程简图见图2。

程序由主程序和定时中断服务子程序、延时子程序等部分组成。主程序

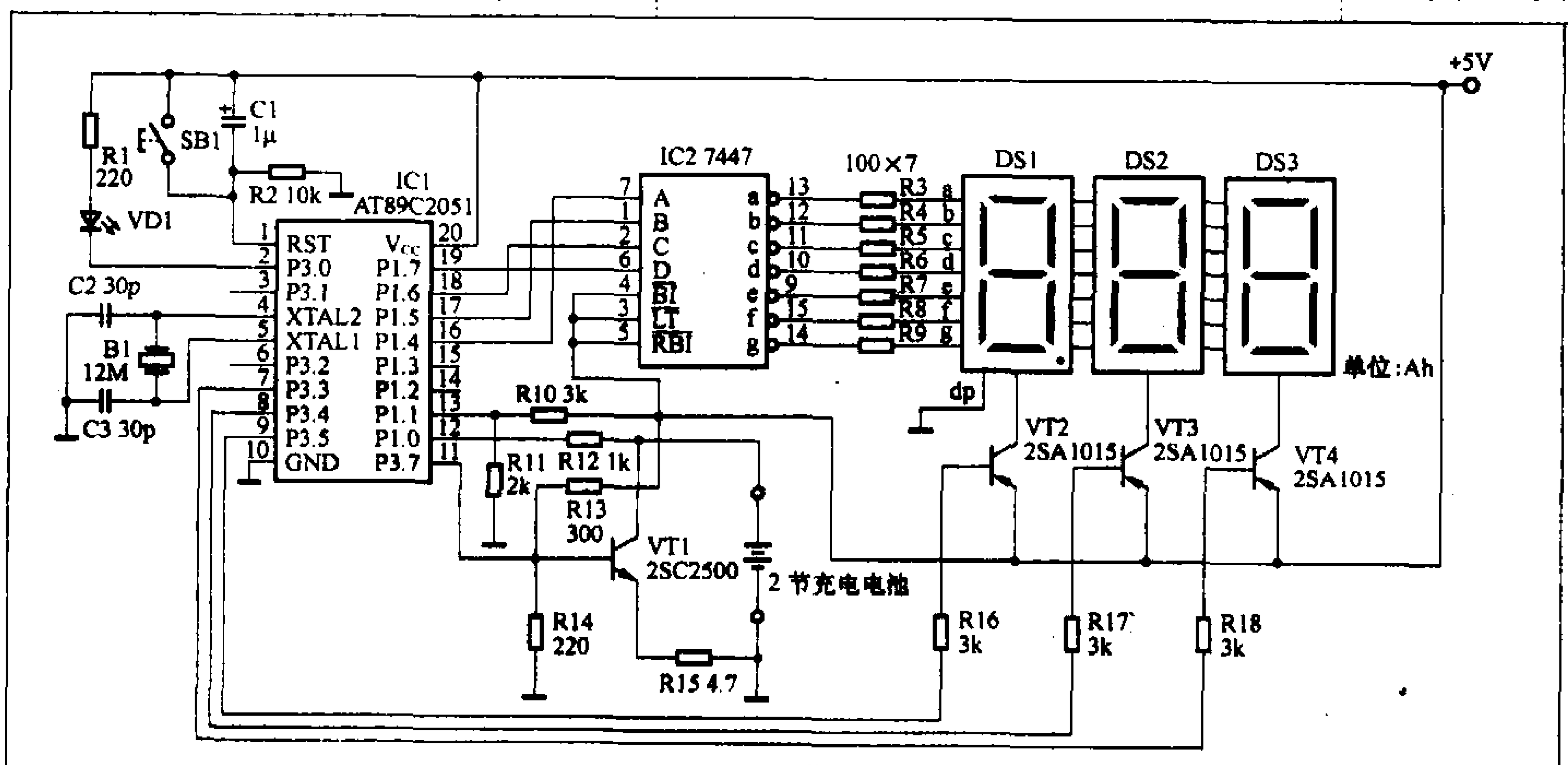


图1

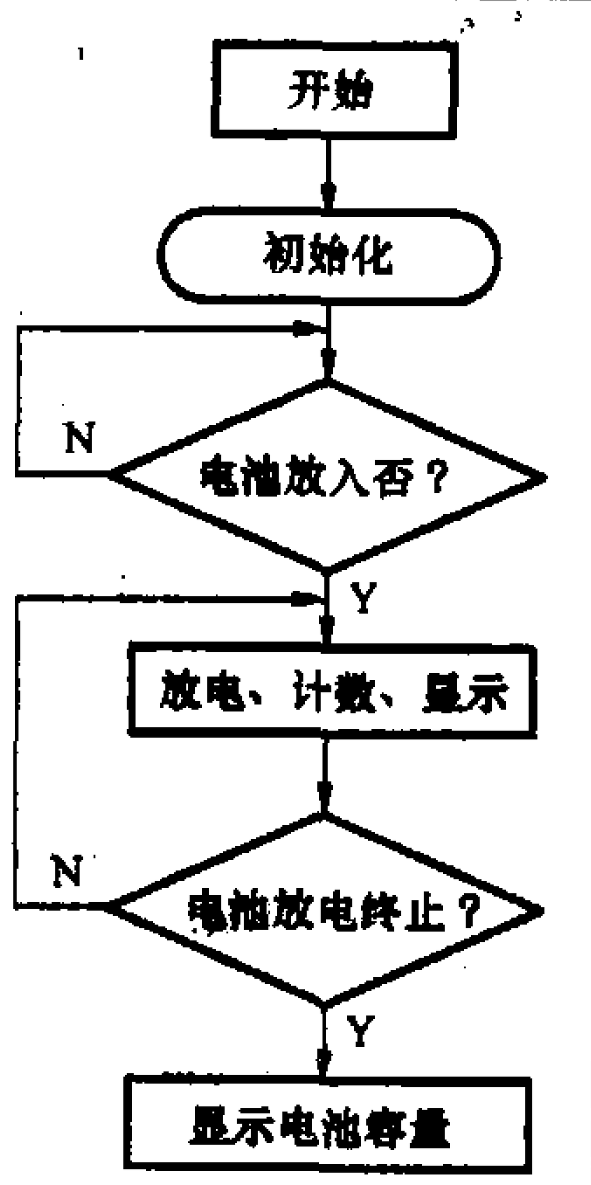


图2

由初始化、动态扫描显示等部分组成。

寄存器R0、R1、R2分别用来存储3位显示数据的百分位、十分位和个位所对应的数。定时器T0工作状态为方式1，定时时间为60ms。由于电池的放电电流为200mA，因此每3min（0.05小时）电池所放电的容量为0.01Ah（10mAh），所以定时器0每中断3000次（累计时间60m × 3000=3min）给寄存器R0加1，寄存器R0计满10个数后给寄存器R1加1，寄存器R1计满10个数后再给寄存器R2加1，这样放电结束时所显示的数值即为电池的容量，因为小数点放在第一位数码管后，所以显示的电池容量的计量单位是Ah。

延时子程序的延时时间为0.5ms，主要供主程序的动态扫描显示部分调用，因为要显示三位数，每位显示0.5ms，所以动态扫描显示的周期为1.5ms。

接通电源后，单片机复位，寄存器R0、R1、R2的赋值均为0。在没有放入被测试的电池前，P1.0口的电压低于P1.1口的电压，P3.6口为0，数码管不显示，程序处于等待电池放入的状态。当充足电的电池放入后，P1.0口的电压高于P1.1口的电压，P3.6口为1，定时器T0开始计时，数码管也开始显示，且每隔3分钟计一次数，与此同时每过3秒检测一次电池电压，即检测P3.6口的状态。随着电池不断放电，其电压逐渐下降，当放电达到其终止电压时，P1.0口的电压开始低于P1.1口的电压，P3.6口由1变为0，定时器T0停止计时，同时P3.7口输出0使VT1截止停止电池放电，以免造成电池过放电，这时数码管显示的数值不再变化，显示值就是电池的容量。

发光二极管VD1作工作状态指示用，在电池放电过程中P3.0口输出为0，VD1点亮。

安装与使用

印制电路板采用万能电路板，IC1用AT89C2051单片机，IC2用7447片段译码器。B1用12MHz的石英晶体，DS1、DS2、DS3选用共阳极的LED数码管，VD1用红色发光二极管，R15选用4.7Ω/0.5W的电阻。其余元器件的参数见图1。

安装前先将汇编源程序编译成目标文件即HEX文件，再用编程器将HEX文件写入AT89C2051芯片。汇编源程序和HEX文件见本期配刊光盘。

测试仪的调试工作主要是放电电流的调整，接通电源，放入两节充电电池，用万用表测量R15两端的电压应为0.94V，这时对应的放电电流为200mA，否则可通过改变R13或R14的阻值进行调节。

在使用过程中，如果在测试仪没有断电的情况下取下电池再重新放入电池时，要先按一下复位键SB1电路才能重新开始工作，不然电路是不会工作的，因为取下电池和电池放电终了的结果是一样的，测试仪都会作出测试结束的判断。

推荐书目

品牌推荐 900102 《无线电》1955-2000年合订本（4CD-ROM） 邮购价：100.00元／套

新书上架		邮购价
14164	《无线电》2005年合订本上册	28.00元／本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28.00元／本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00元／套
9020051	《高保真音响》2005年增刊 电子管名机赏析	28.00元／本
14021	无线电问与答精汇	41.00元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38.00元／本
畅销图书		**邮购价**
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00元／本
12897	实用报警电路	28.00元／本
12537	看图学电工技能	34.00元／本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00元／本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00元／本
12123	万用表使用技巧60例	25.00元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00元／本
12182	红外探测与控制电路	51.00元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00元／本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00元／本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00元／本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00元／本
09453	无线电识图与电路故障分析轻松入门	43.00元／本
06131	怎样看无线电电路图	17.00元／本
10862	I^2C总线彩色电视机软件调整手册	76.00元／本
09626	无线电元器件检测与修理技术轻松入门	38.00元／本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00元／本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00元／本

强势品牌		邮购价
2-75	**《无线电》杂志及增刊**	
2003～2005年第1～12期，2006年第1期		6.80元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00元／本
2000年增刊		6.00元／本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28.00元／本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28.00元／本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28.00元／本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28.00元／本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24.00元／本
10980	《无线电》2002年合订本下册	24.00元／本
902001	《无线电》2001年合订本	55.00元／本
902000	《无线电》2000年合订本	45.00元／本
909900	《无线电》1999年合订本	42.00元／本
82-590	**《高保真音响》**	
2003～2005年第1～12期，2006年第1期		15.00元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28.00元／本
光盘产品		**邮购价**
68139	常用电子管资料汇萃（CD-ROM）	40.00元／套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40.00元／套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110.00元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38.00元／盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00元／套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108.00元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

如何创建二极管和电解电容封装

文 / 黄培根

上期笔者介绍了用Protel PCB 99 SE的“元器件封装制作向导”创建了8脚集成电路的DIP封装，在“元器件封装类型选择”对话框中，有12种默认的元器件封装类型可供选择，业余条件下一般用到的分立元件只有二极管、电阻和电容3种类型可供选择，下面先以创建普通二极管封装为例介绍创建过程。

1.创建整流二极管封装形式

(1)在“二极管.LIB”文件设计窗口下，单击左边设计管理器下的“Browse PCBLib”选项卡，再单击菜单“Tools/New Component”，出现“元器件封装制作向导”对话框，单击“Next”按钮进入下一步；在出现的“元器件封装类型选择”对话框中，选择 “Diodes”，如图1所示，单击下方“Next”按钮进入下一步。

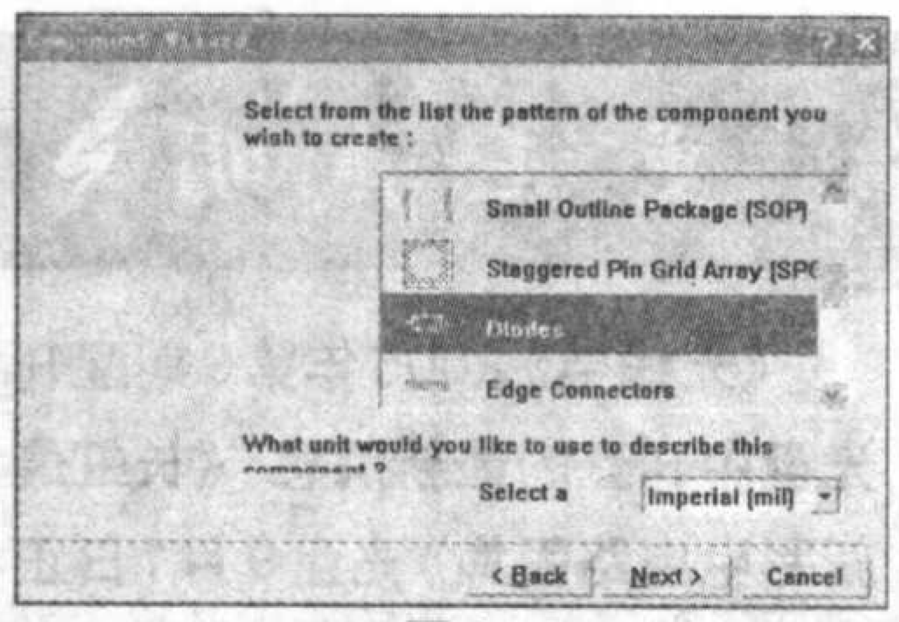


图1

(2)进入的“二极管类型选择”对话框如图2所示，单击下拉箭头有两种选择：一种是贴片(SMD)元件，另一种为针脚式元件，在此用默认类型针脚式，直接单击下方“Next”按钮进入下一步。

(3)接下来是一个“焊盘尺寸设置”

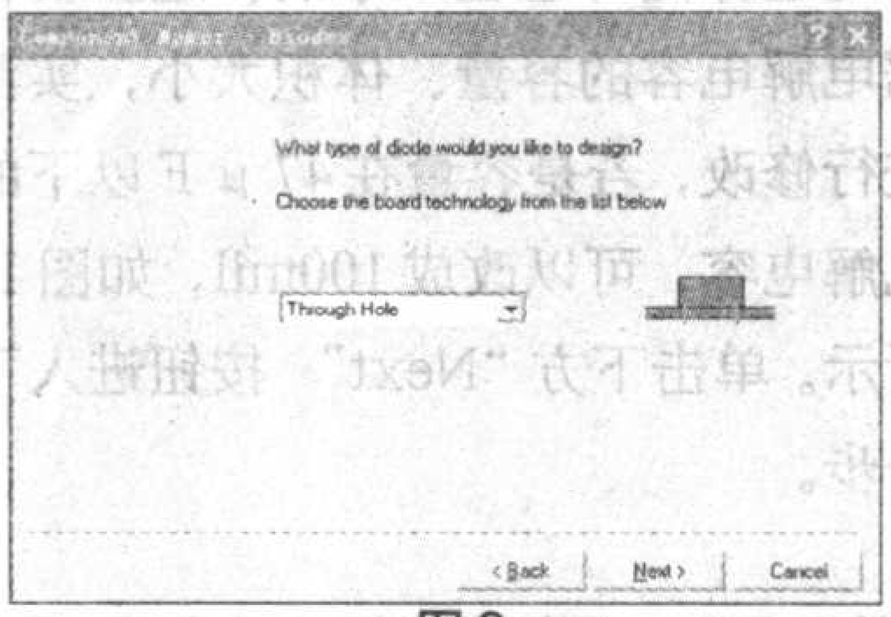


图2

对话框，将焊盘直径改为80mil，将钻孔直径改为32mil，单击下方“Next”按钮进入下一步。

(4)接着进入“焊盘间距设置”对话框，如图3所示，将焊盘间距改为400mil，单击下方“Next”按钮进入下一步。

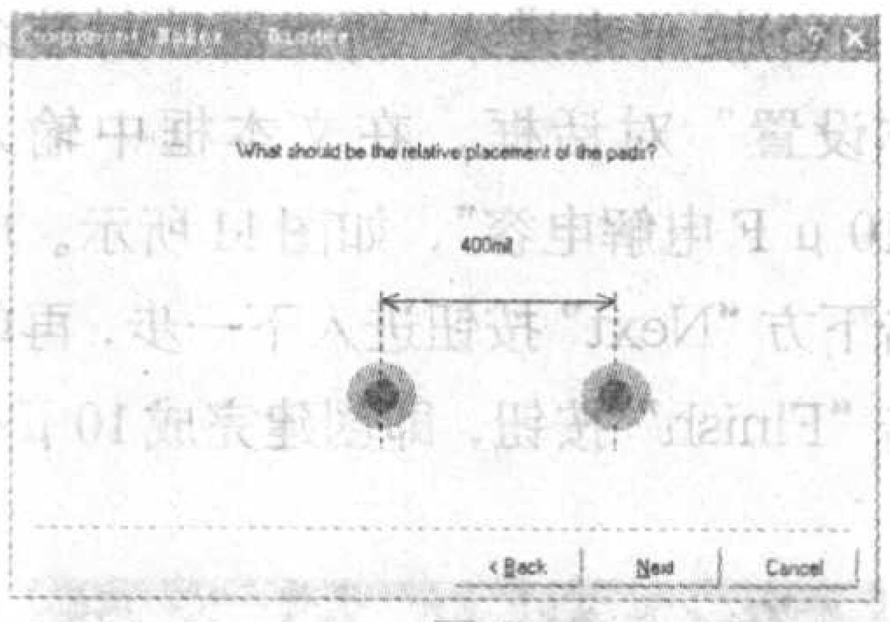


图3

(5)进入“新元器件封装连接导线宽度设置”对话框，直接单击下方“Next”按钮进入下一步，然后是“新元器件封装名称设置”对话框，输入“整流二极管”，如图4所示，单击下方

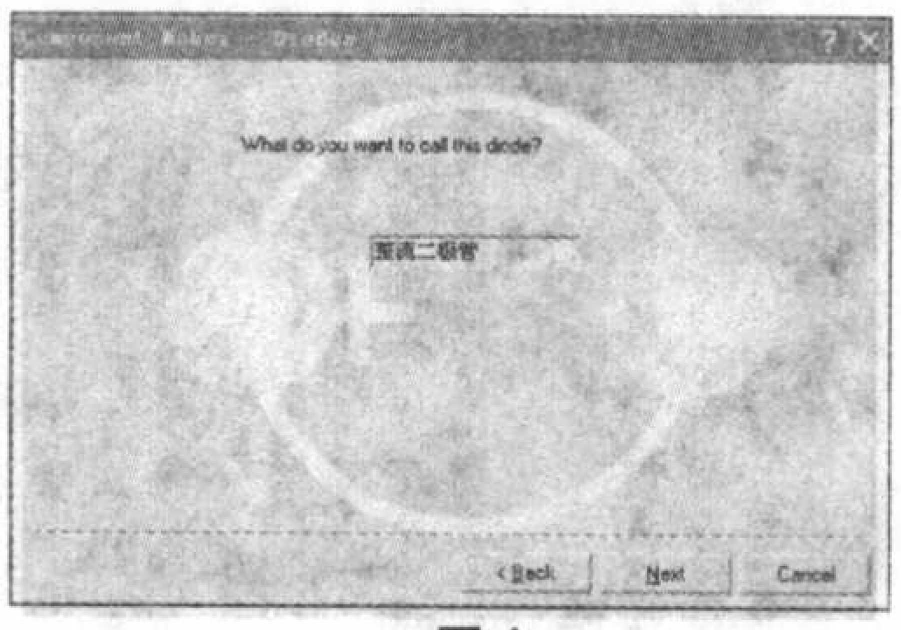


图4

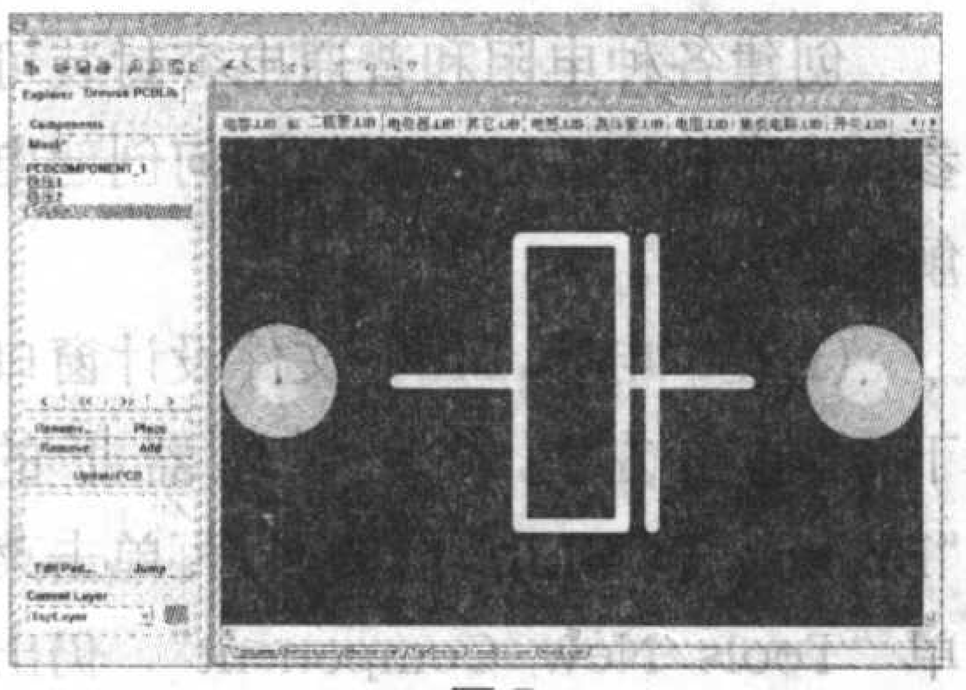


图5

“Next” 按钮进入下一步，再单击“Finish” 按钮，完成后如图5所示。

(6)单击菜单“Edit/Delete”用鼠标所带出的大十字光标单击各条黄色线框将它们删除，再将左下角“Current Layer”栏下选成“TopOverlay”，如图6所示。

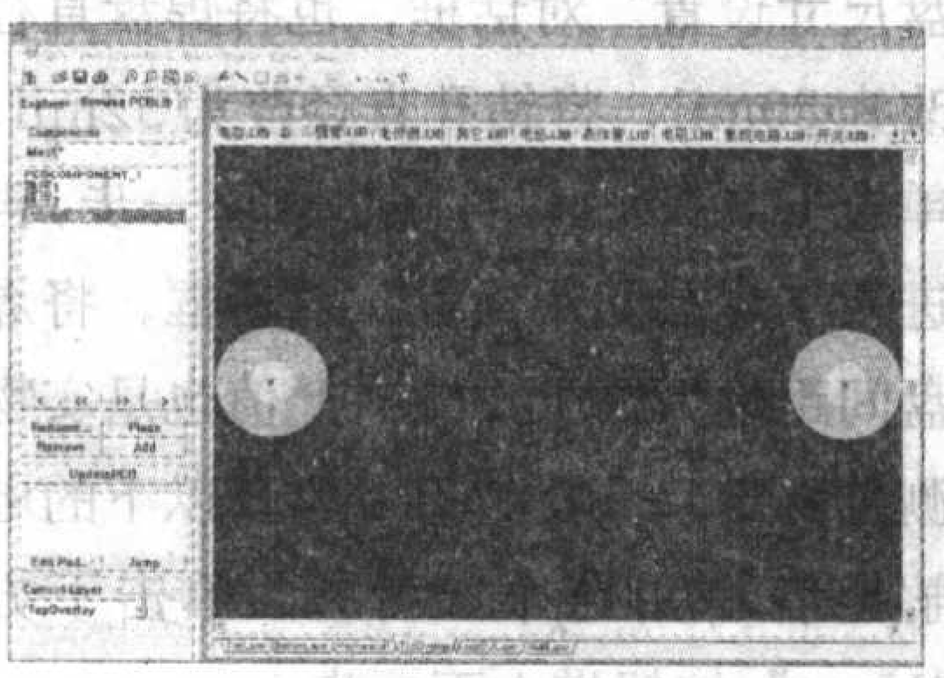


图6

(7)单击菜单“Place/Track”，重新画整流二极管外形如图7所示。单击菜单“File/Save”将创建的整流二极管封装保存起来。用相同方法在“二极管.LIB”文件中就可以创建多种二极管封装。

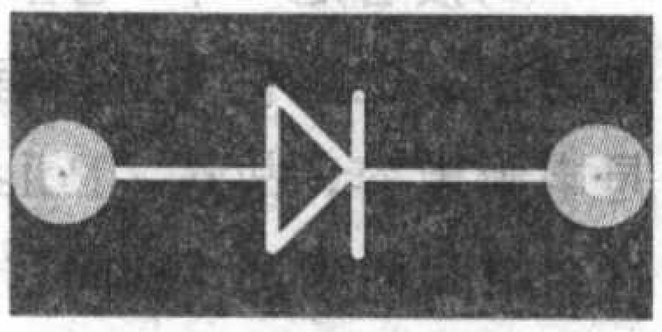


图7

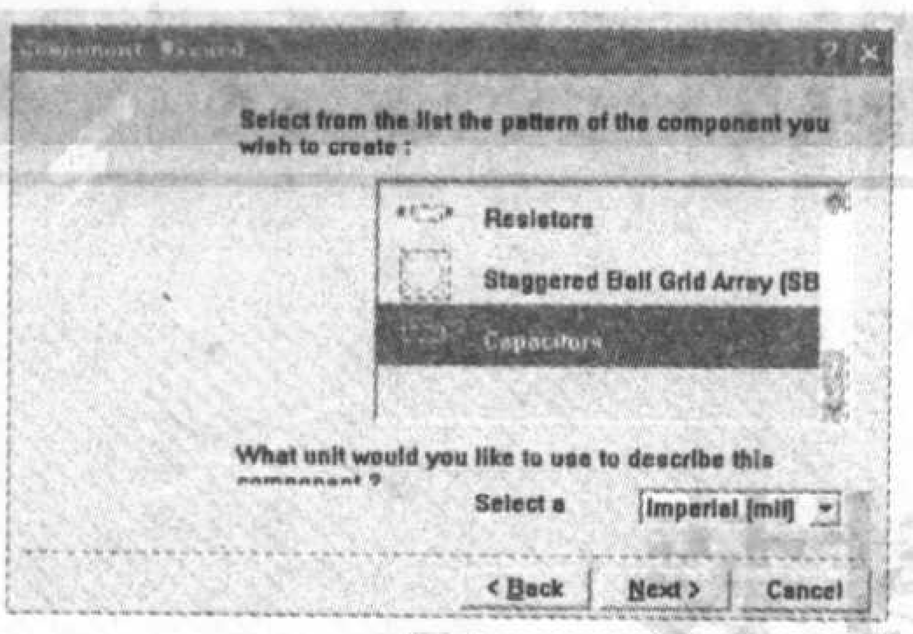


图 8

2.创建电解电容封装

创建各种电阻和普通电容封装可参阅上节内容。这里介绍如何创建电解电容封装。

(1)在“电容.LIB”文件设计窗口下，单击左边设计管理器下的“Browse PCBLib”选项卡，再单击菜单“Tools/New Component”，仍出现“元器件封装制作向导”对话框，单击“Next”按钮进入下一步，出现“元器件封装类型选择”对话框，选择“Capacitors”，如图8所示，单击下方“Next”按钮进入下一步。

(2)接下来是“电容类型选择”对话框，仍用默认类型针脚式，直接单击下方“Next”按钮进入下一步“焊盘尺寸设置”对话框，也将焊盘直径改为80mil，将钻孔直径改为32mil，单击下方“Next”按钮进入下一步，再进入“焊盘间距设置”对话框，将焊盘间距改为200mil(注：此值也是实物测量所定，一般47μF容量以下的电解电容可用这个尺寸)，单击下方“Next”按钮进入下一步。

(3)接着是一个“电容器外形选择”对话框，上方栏为选择有无极性，因是电解电容，故选“Polarised”有极性；中间栏为选“轴向”或“有半径”的，此处选“Radial”有半径的；下方栏有三种样式：圆、椭圆和长方形，此处选“Circle” 圆形的，如图9所示。选定后再单击下方“Next”按钮进入下一步。

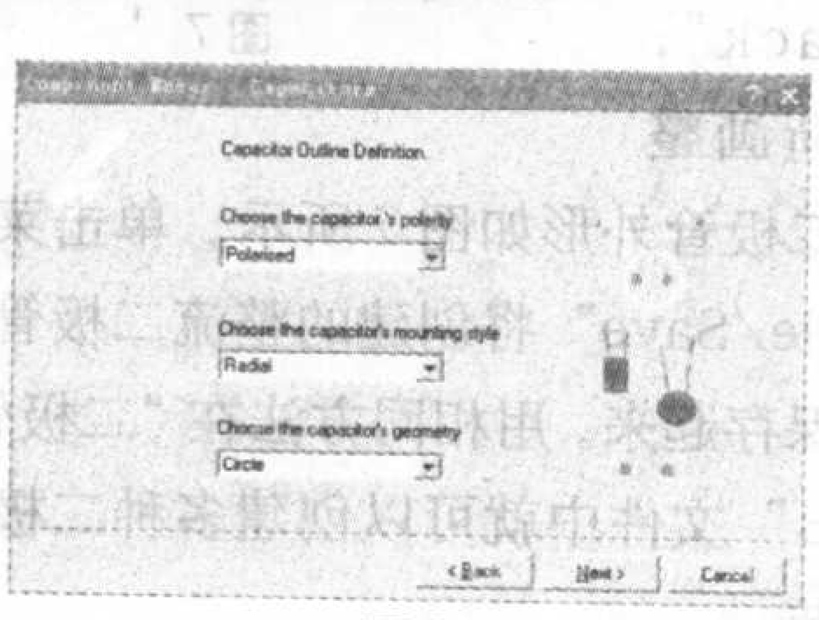


图 9

(4)进入“新元器件封装连接导线宽度设置”对话框，一项内容是选择默认圆环导线宽度为10mil，另一项内容是选择圆环直径大小的，这里要根据电解电容的容量、体积大小，实测进行修改，若是容量在47μF以下的电解电容，可以改成100mil，如图10所示。单击下方“Next” 按钮进入下一步。

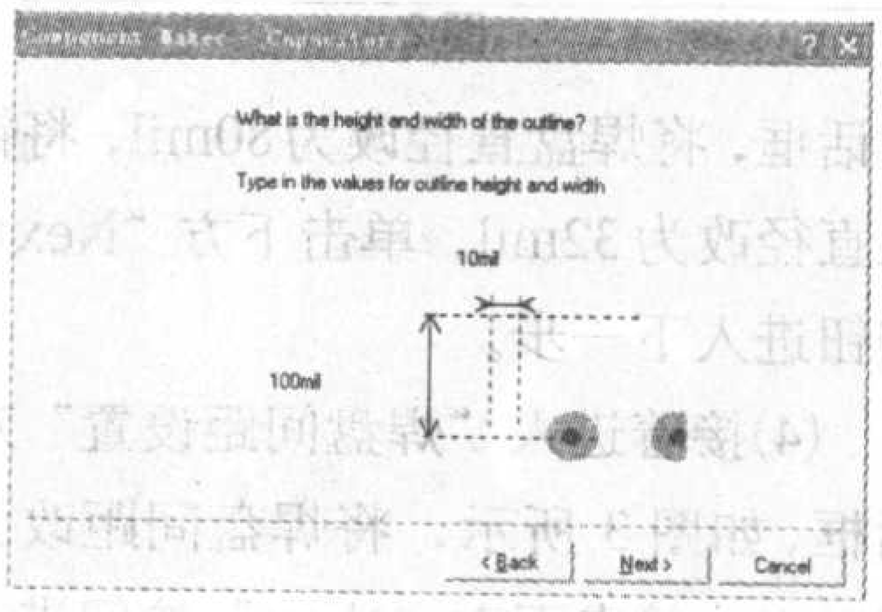


图 10

(5)接下来进入“新元器件封装名称设置”对话框，在文本框中输入“10μF电解电容”，如图11所示。单击下方“Next”按钮进入下一步，再单击“Finish”按钮，即创建完成10μF电解电容封装，如图12所示。

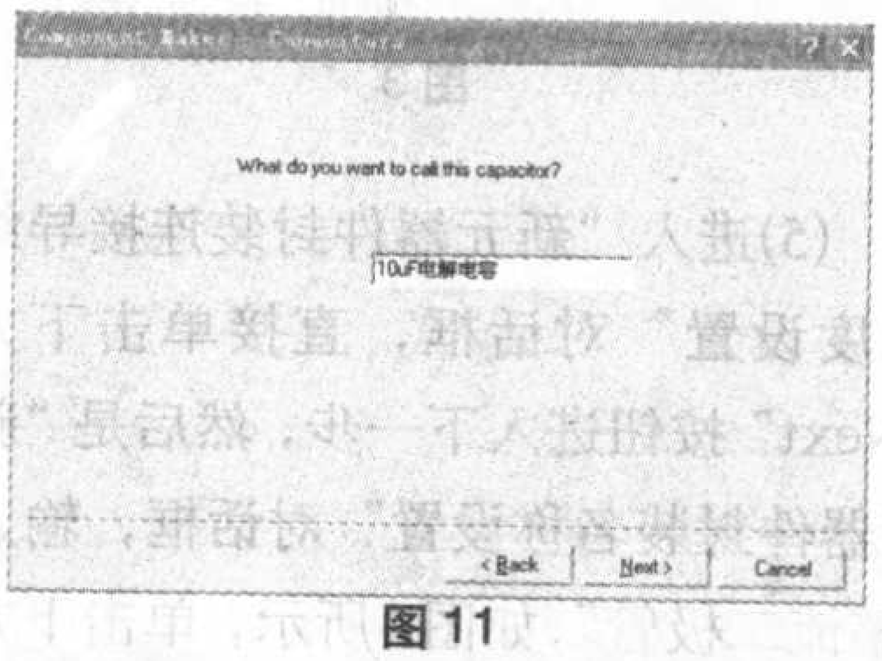


图 11

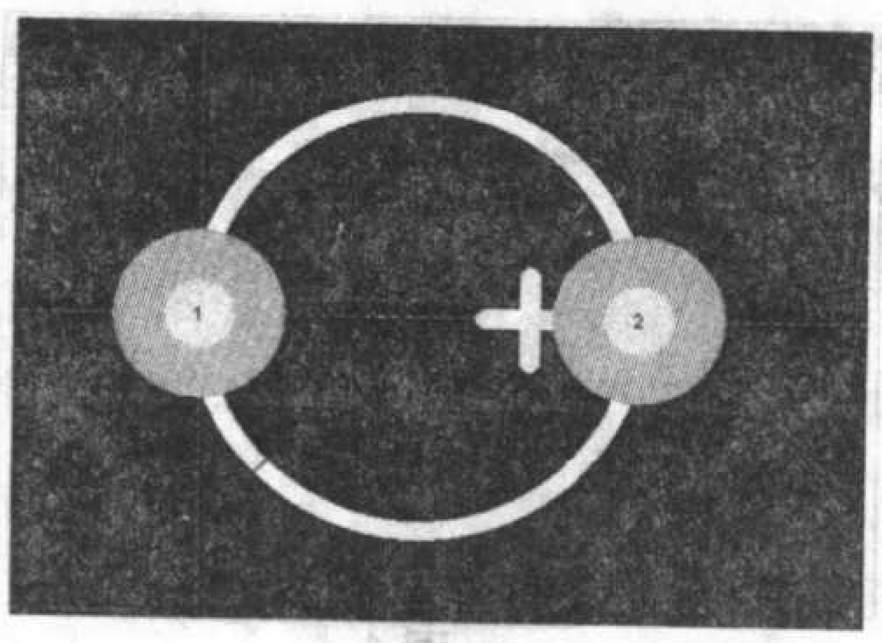


图 12

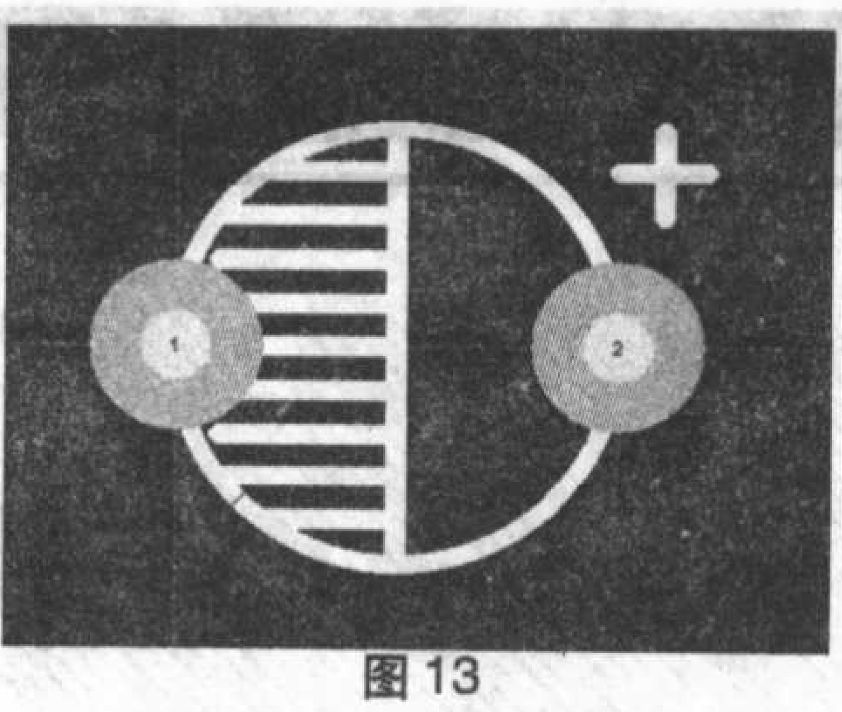


图 13

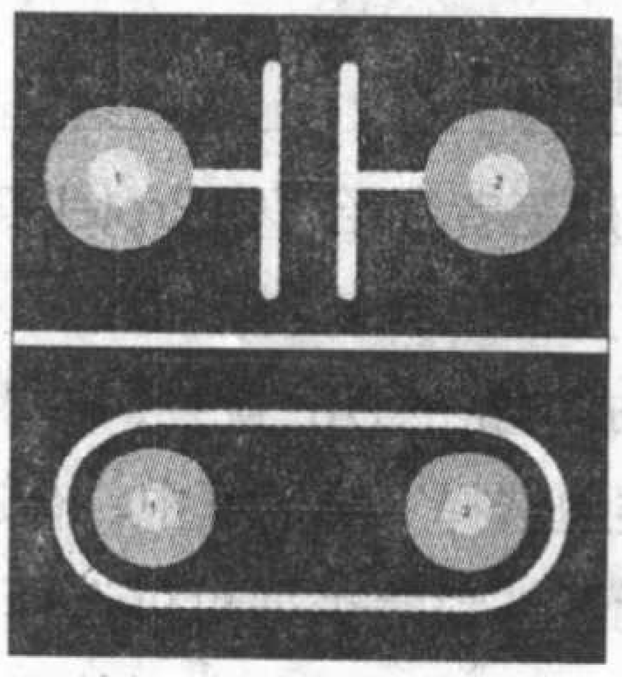


图 14

(6)将左下角“Current Layer”栏下选为“TopOverlay”，再用鼠标分别单击黄色“+”符号，并按住鼠标将它们移至圈外适当位置，然后单击菜单“Place/Track”调出导线，如图13所示，画出电解电容负极栅格。

创建完成后不要忘记保存，创建其他电容封装在这里就不一一举例了，读者可以自己尝试去实践，另给出瓷片电容和薄膜电容封装参考图如图14所示。

更正声明

《无线电》2005年第9期配刊光盘中刊登的最新消息“《长虹最新彩电电路图集》光盘9月1日正式出版”和2005年第10期配刊光盘中刊登的最新消息“《长虹最新彩电电路图集》光盘已正式出版”内容有误，其中的订购电话应为：010-67134097-24，特此声明更正。因此给读者和原误刊的电话号码用户带来的不便，本刊表示深深的歉意。

了解 OrCAD 的 PCB 布局布线工具

文/甘 雨

Layout 是 OrCAD 的 PCB 布局布线工具。它提供了诸如元件自动布局和基于形状的自动布线等高级功能。Layout 的手工交互式布局和布线，可使用户方便地得到理想的结果。Layout的PCB设计流程一般为：运行程序→设置设计环境→导人技术文件和网络表→设置板层和网络属性→创建和编辑障碍物→放置和调整元件位置→布线规则设置→手工和自动布线→放置灌铜区→创建和编辑字符→数据输出等。

1. Layout 的管理窗口

执行 OrCAD 10.0 Demo 程序组的Layout Demo命令，打开应用程序Layout 的管理器，如图 1 所示。

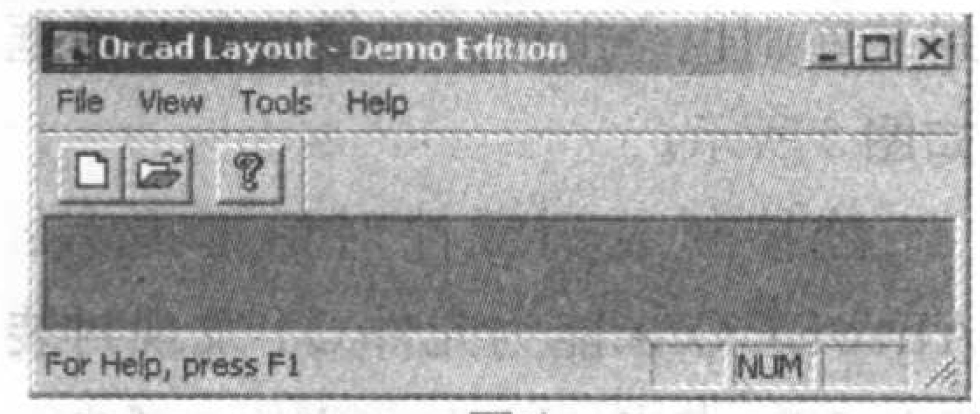


图 1

管理器控制 Layout 的相关组件，但它的窗口中始终没有任何内容。

(1) 文件管理

在 Layout 管理器中新建 PCB 文件，或打开一个已存在的 PCB 文件，就打开了一个Layout编辑器。从管理器中可同时打开多个 Layout 编辑器。但在 Layout 编辑器中打开一个 PCB 文件时，原来正在编辑的PCB 文件将被关闭。

Layout 管理器可将某些 EDA 软件建立的PCB 文件转换成 OrCAD 的 Layout 格式，或将 Layout 的 PCB 文件转换成其他格式。执行File>Import 命令，导入其他格式文件。Layout 支持的PCB 文件格式比较多，包括本刊介绍过的 Protel、PADS 和 PCAD 等常用的PCB设计软件。Layout还支持AutoCAD的DXF格式。在AutoCAD中设计PCB 板框，再导入Layout 中，可以获得比较精确的板框形状和尺寸。将其他格式的PCB文件导入到Layout中可能会产生一些问题，必须严格核对。试用版的Layout不能导出其他格式的文件。

(2) 工具管理

Layout 的辅助工具从管理器的 Tools 菜单命令打开，如图 2 所示。

主要菜单命令作用如下：

图 2

Library Manager 命令打开封装编辑器，可在其中浏览和编辑元件封装。

Catalog 命令创建和打印封装库元件图形目录，实际上是将一个库的封装图形排列在PCB图纸中。这个功能为用户了解和查阅元件封装库提供了很大的方便。执行其下的子命令Create，打开创建目录对话框，如图 3 所示。

在 Input 栏中输入封装库名，在Output栏中输入封装的PCB文件名。

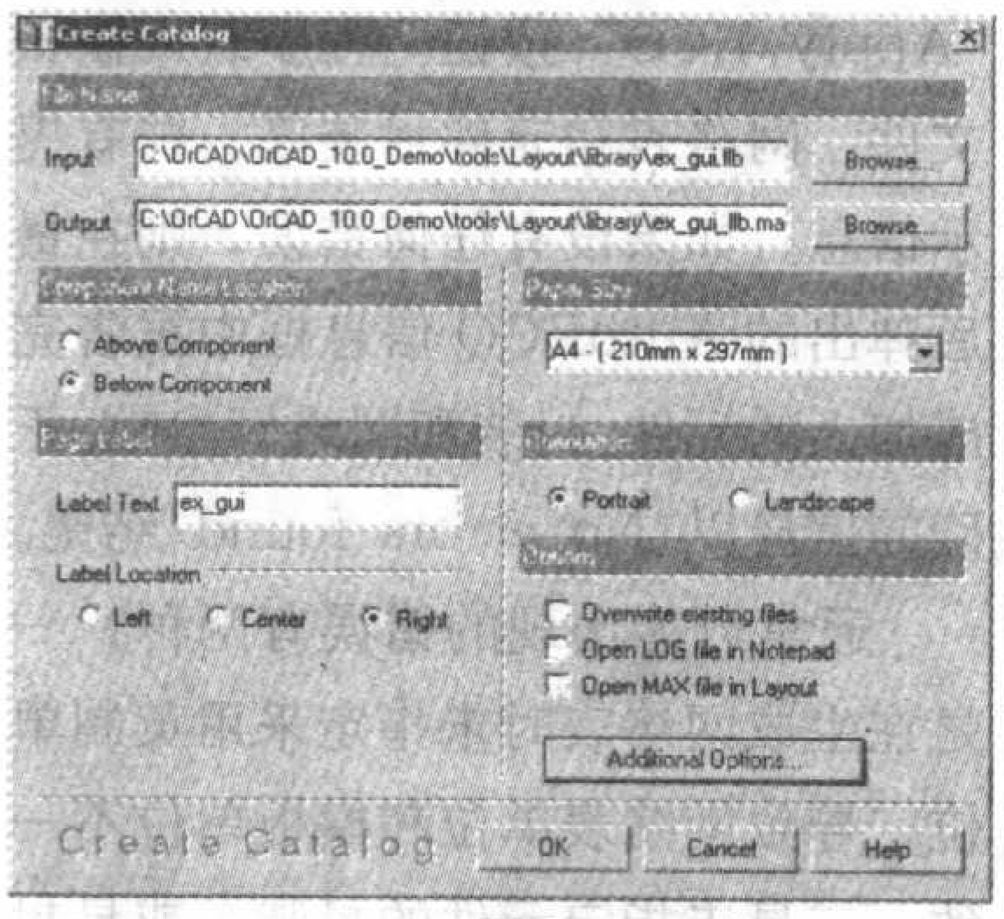


图 3

建立的目录文件为Layout 的MAX格式，可用 Layout 编辑器查看，或调用Catalog>Print 命令打印。

OrCAD Capture命令打开电路图编辑器。

SmartRoute Demo命令打开Layout 的自动布线器 SmartRoute。

GerbTool命令打开PCB数据工具GerbTool。Gerber 是 PCB 制造底片光绘机的标准文件格式。GerbTool是Gerber/NC 编辑工具，用于检查、分析、编辑输出的 PCB 数据。

ECOs 命令执行工程更改单(engineering change order)。ECO是一个PCB命令，用电路图网络表和设计技术文件更新Layout文件，也就是在PCB已经存在的情况下，修改电路图后刷新PCB图，使PCB图和电路保持一致。

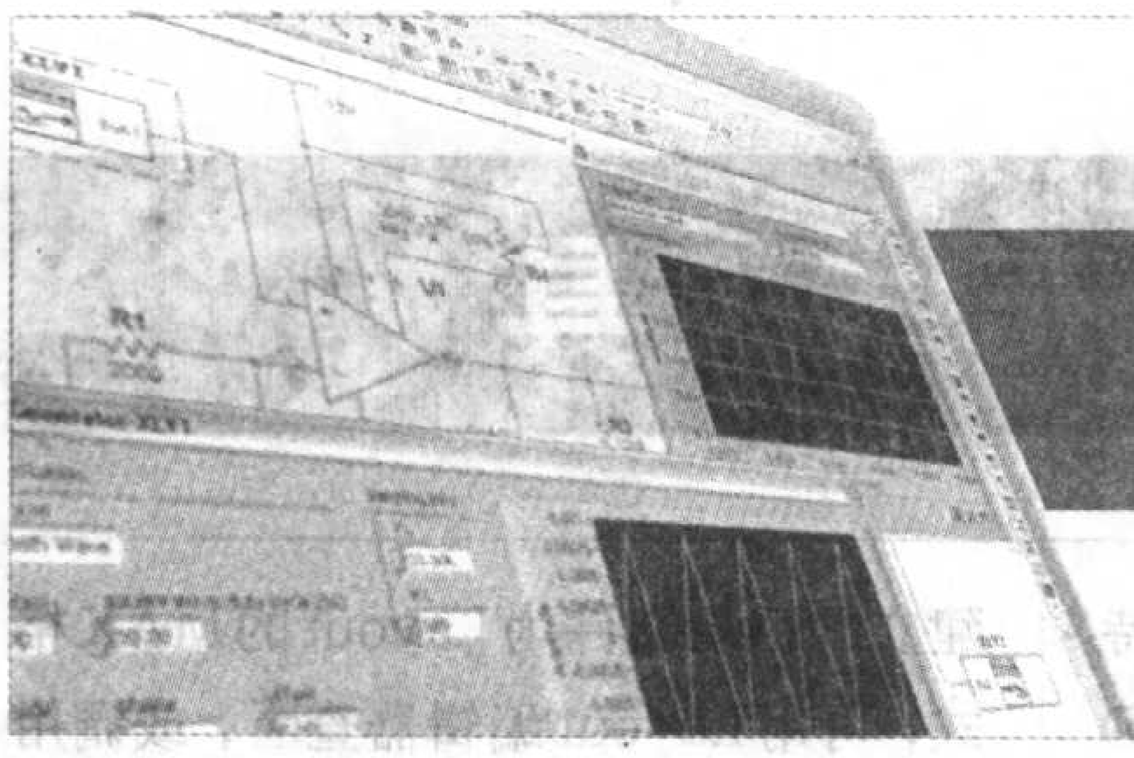
2. 新建印制板

为了将电路生成的网络表设计为印制板，执行管理器的File>New，创建一个新的 P C B 文件。系统弹出AutoECO 对话框，如图 4 所示。

(1) 加入模板文件

Layout PCB设计必须指定一个技术模板，模板是一个没有网络表信息的PCB。模板可定义板上除网络外的任何对象的属性，指定印制板的设计规范，如放置策略、布线策略、板的层数、层的名字和属性、各种格点和焊盘属性等。模板的后缀是.TCH。

点击Input Layout TCH or TPL or MAX·File 栏的 Browse 按钮，打开 Input Layout MAX File 对话框。“查找范围”栏自动定位模板文件夹为Tools\Layout\Data，选择模板文件1BET_ANY.TCH。此模板的参数



电子仿真软件 multiSIM 的功能与特点

文/路 平

multiSIM 的前身就是电子仿真软件EWB。加拿大IIT公司将EWB版本改进、扩大功能后，推出新一代电路设计和仿真工具软件，并更名为 multiSIM，意为多重、万能仿真，其特色功能和别具匠心的虚拟仪器是其他电子仿真软件所无法比拟的，能满足电子技术工程设计人员的电路设计、仿真和各种分析的要求。

multiSIM技术主要包含4个模块，将其中的电路输入与仿真模块multisim和PCB制版模块ultiBOARD配合使用，就能完成从设计电路原理图输入、电路分析、虚拟仿真到制作印制电路板全套自动化工序。另外还有自动布线模块Ultiroute和通信电路分析和设计模块Commsim。业余条件下电路输入与仿真模块Multisim和PCB制版模块Ultiboard非常实用，下面以Multisim7 试用版本为例，介绍这两个模块的一些功能与特点。

一、multiSIM 7 试用版简介

启动电子仿真软件multisim 7 试用版软件，首先出现如图1所示的启动画面，然后自动进入基本界面，经定

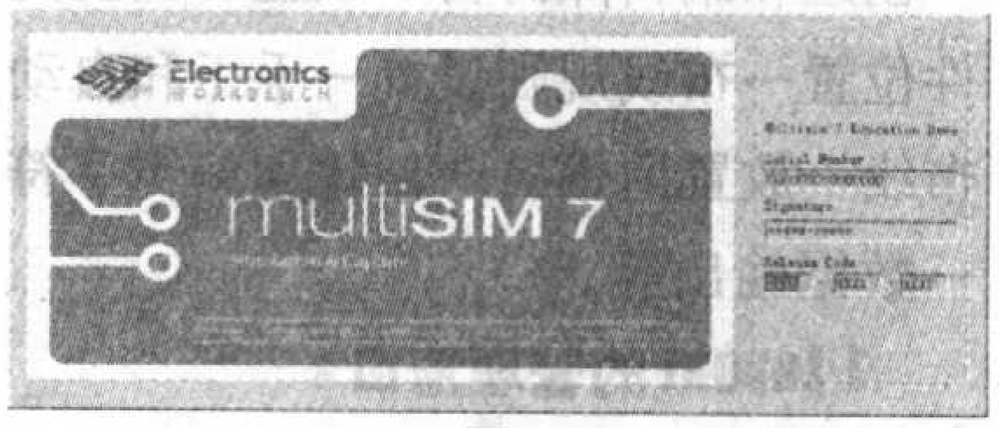


图 1

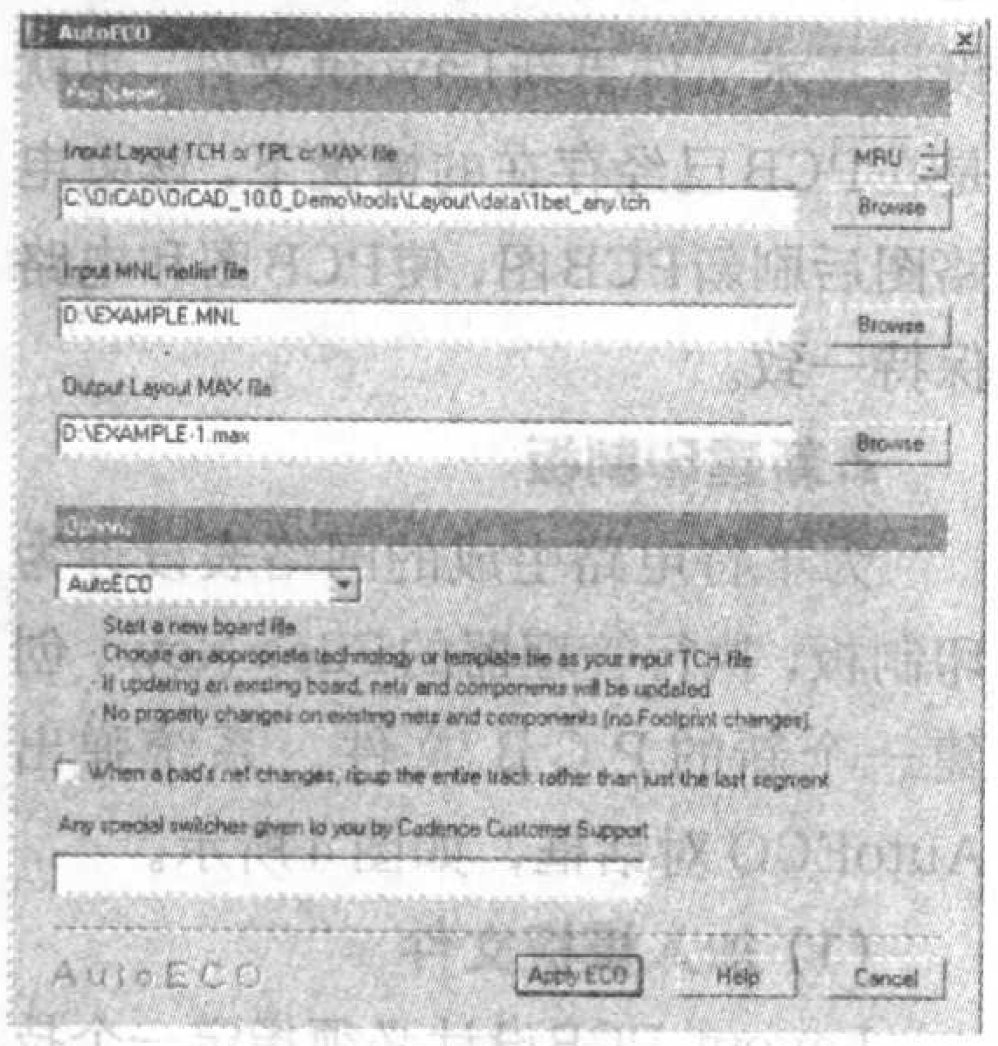


图 4

是：允许在标准的双列直插集成电路焊盘间设一条走线，布线间距为12mil，焊盘直径为62mil，焊盘孔径为38mil，布线和过孔格点为25mil，放置元件的格点为100mil，走线间距为12mil等。其他模板提供了不同的PCB设计规范。

(2) 加入网络表文件

点击Input MNL netlist file栏的Browse按钮，载入从Capture CIS组件中生成的电路图网络表。

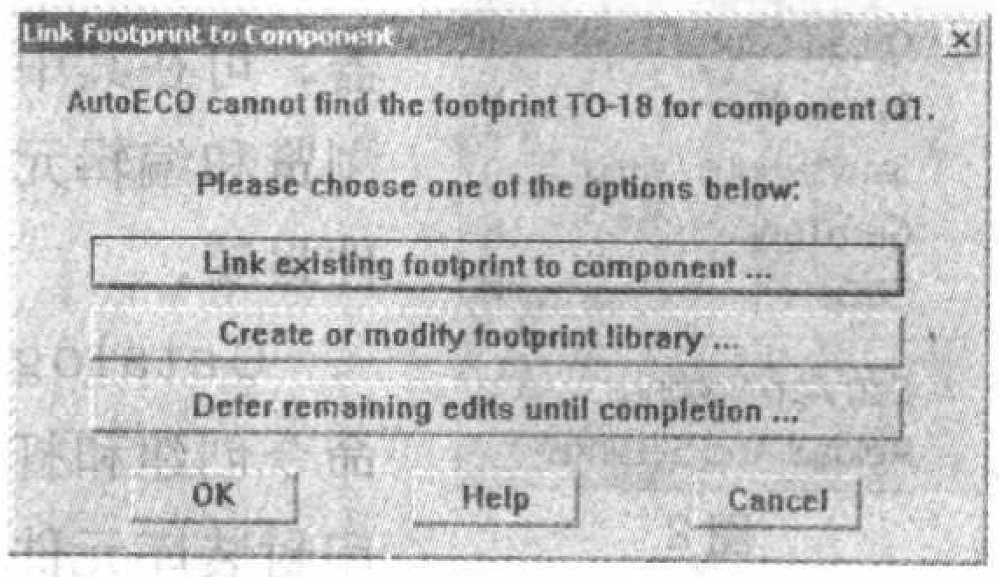


图 5

(3) 指定PCB文件名和路径

在Output Layout MAX file栏中会自动生成输出的PCB文件名和路径，可根据需要自行指定文件名和路径。

其他各栏可不予设置。点击"Apply ECO"按钮，程序载入模板文件、网络表和元件封装等，并有提示信息。如果没有任何错误，则在最后弹出的AutoECO信息框中报告完成加入的元件、封装和网络等参数。正确的信息以"No errors found"结尾。

通常可能出现的错误有两种：一是在生成网络表时未指定采用英制单位，导致网络表单位和模板单位不一致；二是未指定元件的封装，或是封装不匹配。Layout中没有载入相应的封装库则也会出错。出错信息对话框如图5所示。

连接封装到元件对话框提示：AutoECO未能为元件Q1发现封装TO-18。点击"Link existing footprint to component（连接存在的封装到元件）"按钮，打开封装对话框（图6），从中找到正确的封装TO18。在试用版中只有一个封装库，而且也不能自建新的封装。

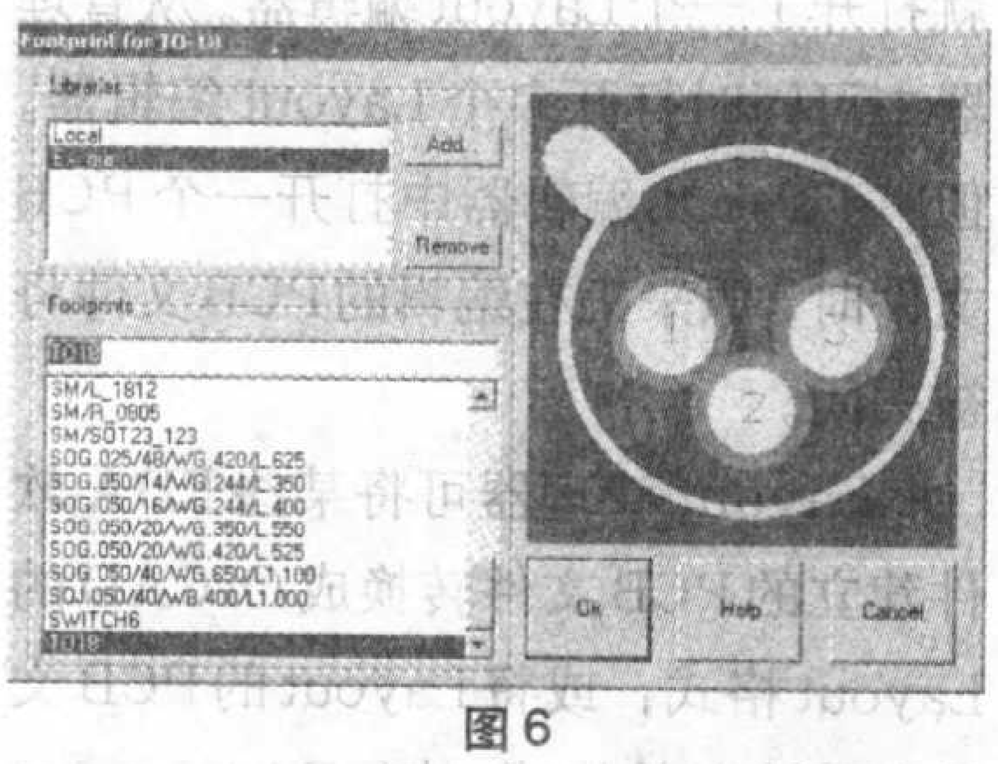


图 6

如有多个元件封装有误，则会多次弹出图5的对话框。

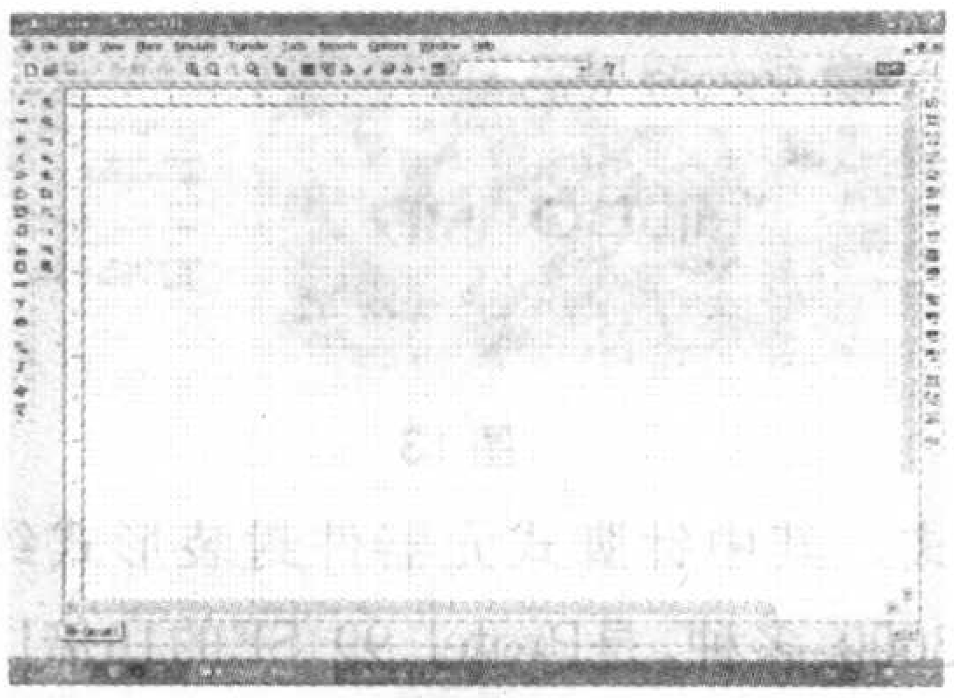


图2

制用户界面后如图2所示。基本界面上方为菜单栏、设计工具条等；左侧有常用电子元件工具箱23个；右侧为17种虚拟仪器；中间为仿真、分析工作平台。

关于用户界面的定制、元件调用操作、运行仿真和基本分析等使用方法，读者可参阅《无线电》2002 年第10~12 期“交互式电路仿真软件”相关文章，它虽然是multiSIM 6.0试用版，但许多功能是一样的。下面仅介绍 multiSIM 7 的 4 个特色功能。

1.四踪示波器

这是一种实验室没有的仪器，在做数字电路实验时特别有用。比如做“下降沿触发的异步二进制加法计数器”实验时，电路如图3所示，要同时观察CP、Q0、Q1、Q2四路信号波形，

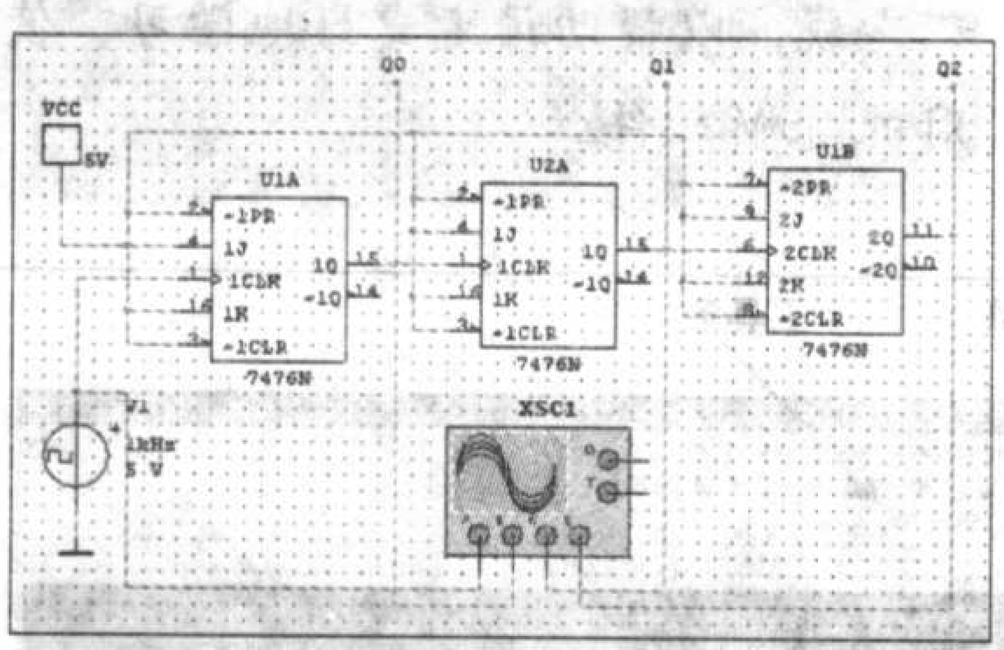


图3

这在一般实验室用双踪示波器是绝对不可能实现的，就是分两次观察也不理想，不能正确显示4路波形之间的相位关系，而借助multiSIM 7的四踪示波器却能一目了然：A 通道显示的是 CP 脉冲波形；B 通道显示的是 Q0 端波形；C 通道显示的是 Q1 端波形；D 通道显示的是Q2端波形，如图4所示。图中反映的“下降沿触发”、“异步计

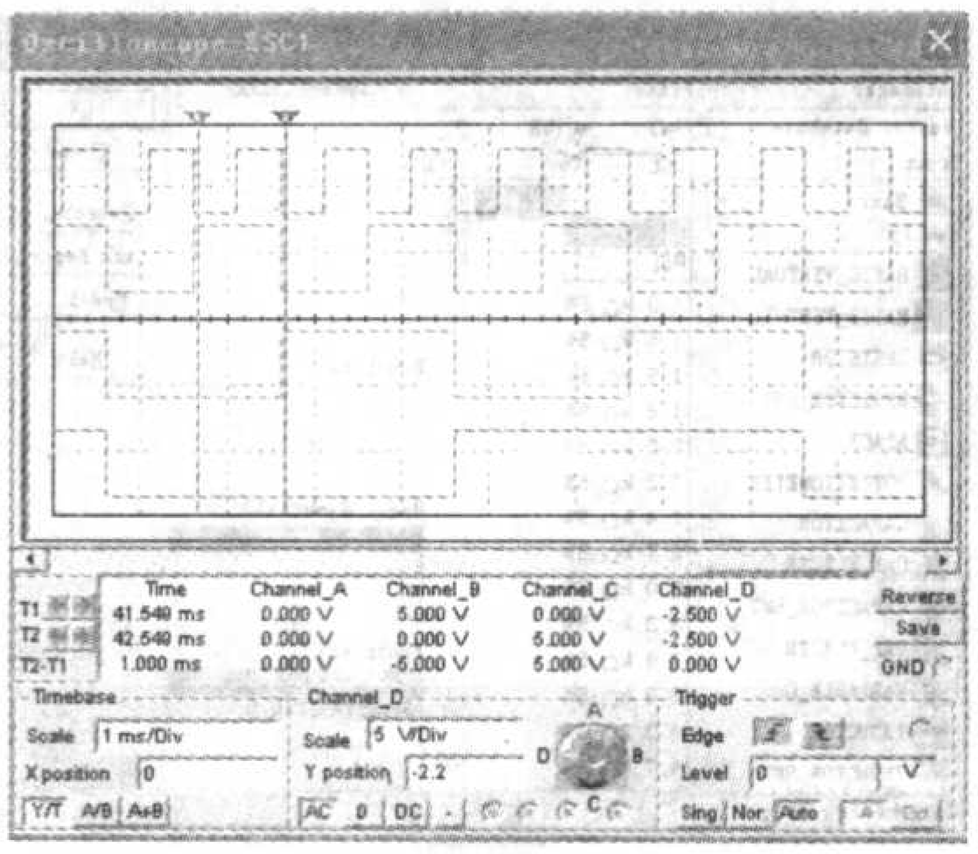


图4

数”、“二进制加法”等特点一清二楚。

2.实时测量探针

“实时测量探针”也是以前版本和其他电子仿真软件所没有的。它位于基本界面右侧虚似仪器最下端，平时呈灰色，只有当开启仿真开关后，它才变成黄色。用鼠标单击它并随着鼠标在电路中的移动将带出一个黄色方框如图5所示，图中黄色方框箭头所指为单管放大电路的晶体管集电极节点，

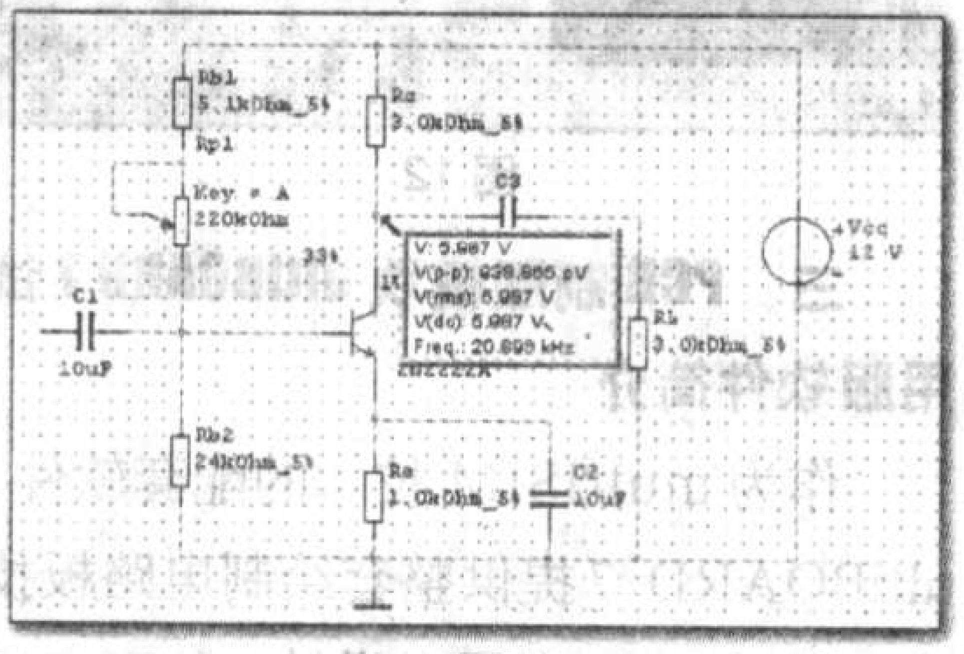


图5

黄色方框中显示为该节点的电气参数，其中第一行数据5.987V 就是晶体管集电极对地电压。可以将鼠标移到仿真单管放大电路的任何一个电气节点上，动态测量节点的实时对地电压，相当于我们平时用万用表检测带电电路的各点对地电压，非常方便。

3.扫频仪

扫频仪是一台用来测量电路幅频特性曲线的常用仪器，multiSIM7 提供一台虚拟扫频仪，可以方便地对放大电路进行幅频特性分析。图5所示的单管放大电路用虚拟扫频仪分析可得到如图6所示幅频特性曲线，从图6中我们可以看出：放大电路的中频增益

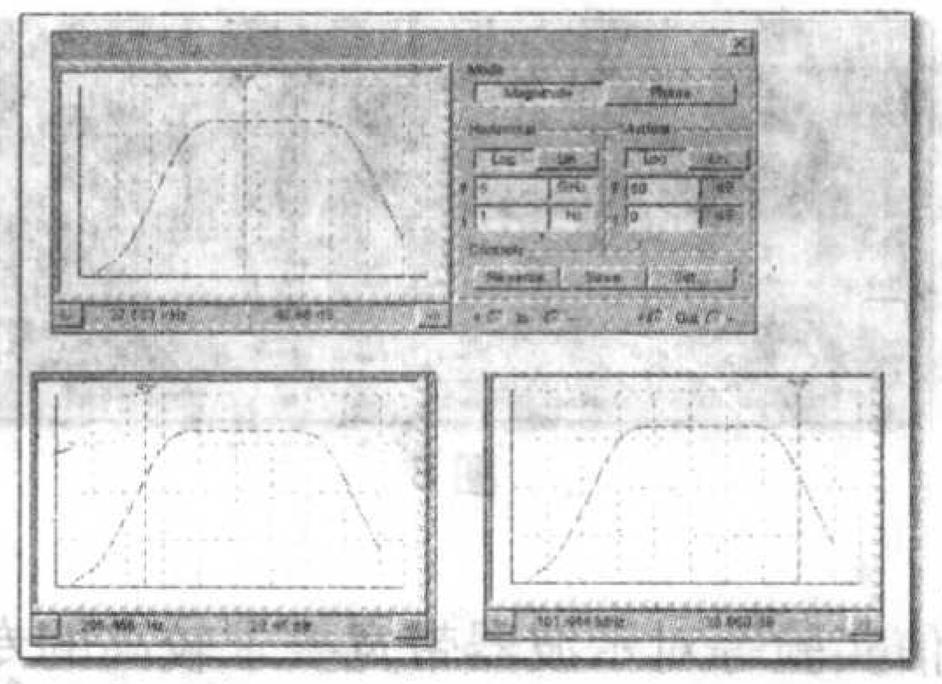


图6

40.86dB，下限频率约295Hz，上限频率约101MHz，可知放大电路的通频带达100MHz左右。

4.安捷伦(Agilent)仪器

multiSIM 7基本界面右侧虚拟仪器栏下方，有三台全球领先的安捷伦公司电子测量仪器，它们分别是安捷伦虚拟信号发生器、安捷伦数字万用表和安捷伦示波器。这三台虚拟仪器与其他虚拟仪器不同之处是它的面板、调节旋钮、信号接口、显示数字等完全和安捷伦公司生产的实物仪器一模一样，这给无法享受到使用价格昂贵的世界顶尖技术测量仪器的业余爱好者提供了机会和方便，其操作方式和实物仪器完全相同，非常真实。其中的安捷伦信号发生器型号为33120A，是一台输出信号最高频率达15MHz的综合信号发生器，如图7所示；安捷伦数字万用表型号为34401A，这是一台不可多得的6位半高性能、高精度的测量仪器，能给一些从事科研、精密测量的专业人员提供极大方便，图8是它的面板图，安捷伦示波器型号为54622D，它的带宽高达100MHz，它不但能满足一般模拟电子实验的波形显示测量，同时也给测试高频电路、通

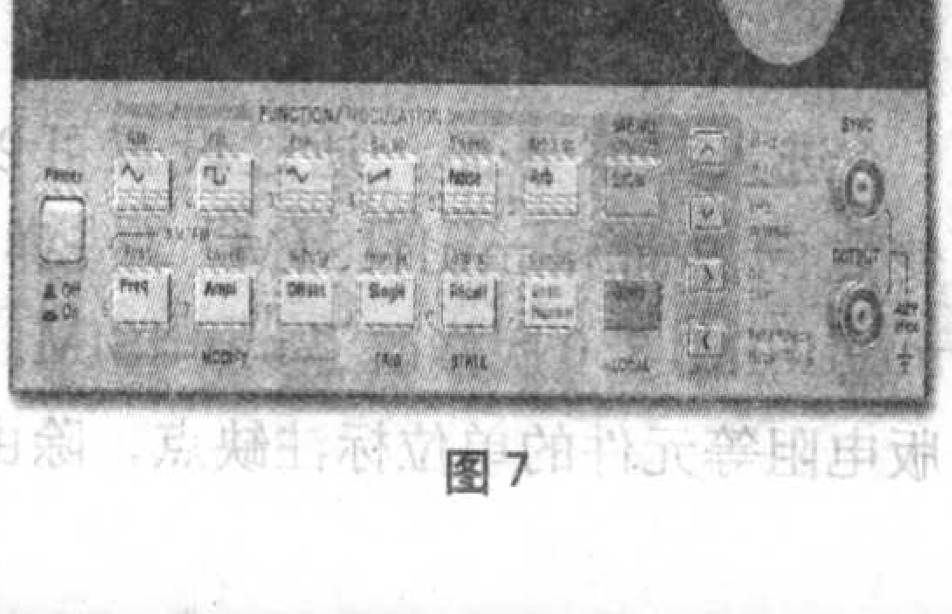


图7

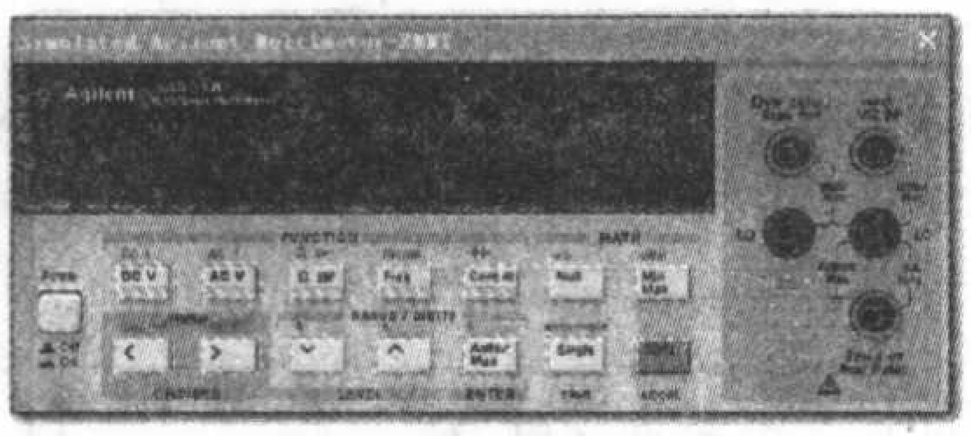


图8

信实验等对示波器带宽要求较高的专业测量提供方便，并且还有16个逻辑通道，能使数字实验中16个逻辑通道波形同时显示出来，对分析电路的数字逻辑功能非常有用，其面板图如图9所示。

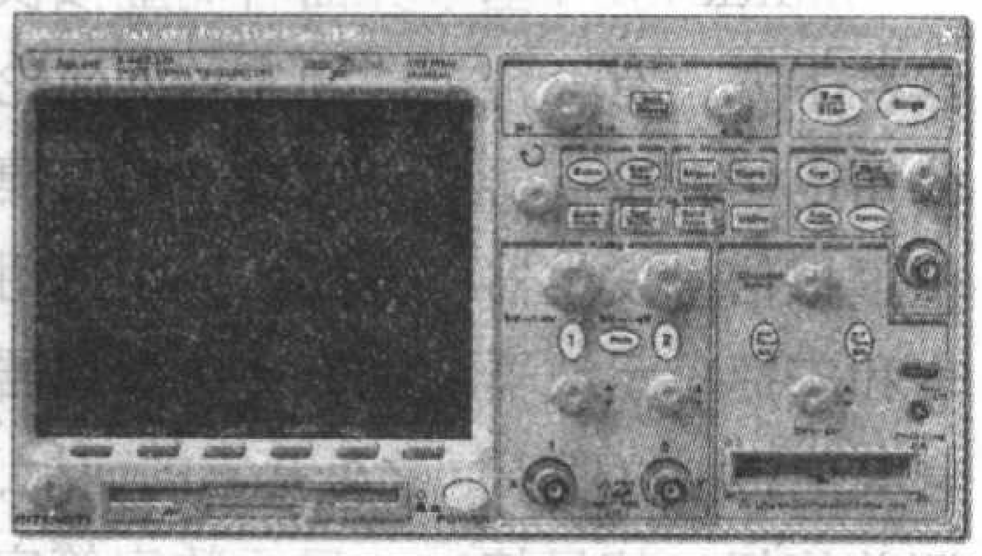


图9

由于篇幅所限，以上只介绍了multiSIM 7中的四类虚拟仪器，我们已经领略到了它的特色和魅力，除此之外，它还提供多达18种基本分析方法等先进技术，无一不为电路仿真和设计带来方便。

二、multiSIM 8.0 简介：

电子仿真软件multiSIM 8.0是IIT公司2005年初推出的版本，经使用发现和multiSIM 7大同小异，其启动画面如图10所示。

图10

进入基本界面，通过设置可以使它的界面和multiSIM 7一样。multiSIM 8.0版修改了multiSIM 7版电阻等元件的单位标注缺点，除由

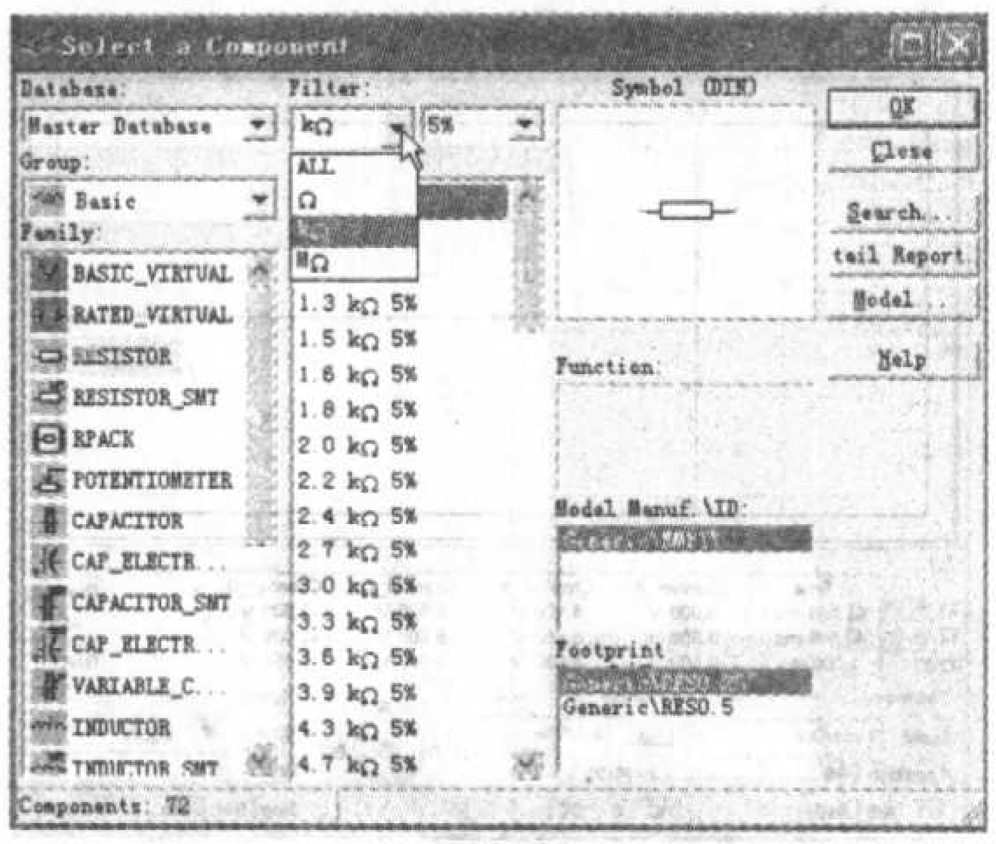


图11

“ohm”改设成“Ω”，还将“Filter”栏分为“All”、“Ω”、“kΩ”、“MΩ”四挡，使调用电阻等元件时更加方便、简捷，如图11所示。

multiSIM 8.3.30中还增加了一台美国“泰克”(Tektronik)公司的4通道数字存储示波器，如图12所示。

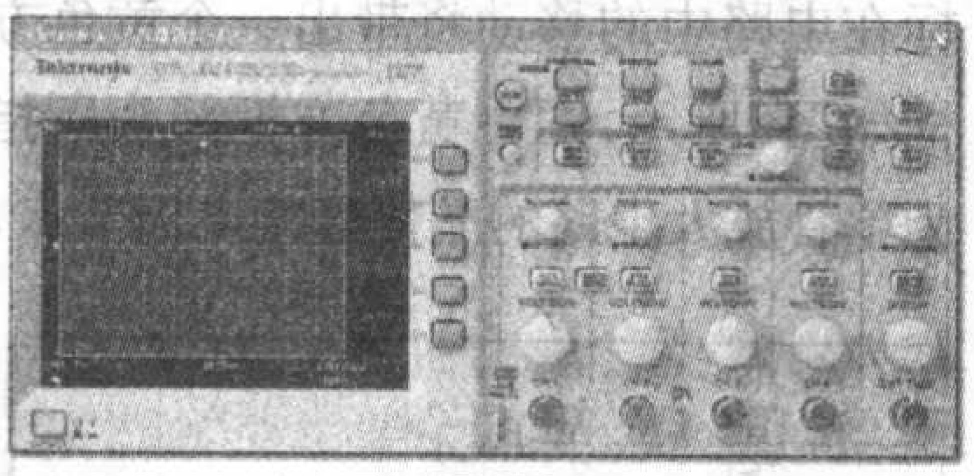


图12

三、PCB制版模块ultiBOARD 7试用版软件简介

作为multiSIM技术的配套软件，ultiBOARD 7提供整套绘制电路板技术。通过multiSIM 7设计、仿真完成后的电子电路内容可以直接无缝链接到Ultiboard 7进行设计印制电路板。

与Protel制版相比，用multiSIM技术中的ultiBOARD 7软件进行设计印制电路板有一个明显的优势就是元件封装库丰富，它的元件封装库中共集成了90余类、多达4000种左右元件封装形式，其中针脚式元器件封装形式约3000多种，是Protel 99 SE的10倍！仅中、小功率晶体管封装形式就有40种，其中的TO-92形式封装就有4种，由于元器件封装形式丰富，一般业余条件下制版，总能从它的封装库里找到一款合适的元件封装形式，免去修改和创建之苦。

图13

图13是ultiBOARD 7的启动画面，进入设计操作界面如图14所示。

今后，笔者将通过具体应用实例为读者介绍multiSIM软件的一些特色应用。

编者注：经加拿大IIT公司中国大陆市场总代理北京掌宇金仪科教仪器设备有限公司的授权，本期配刊光盘中收录了multiSIM 7 SP1b Education Demo版本的软件，欢迎有兴趣的读者试用。

本刊从第3期开始也将在配刊光盘中刊登multiSIM软件使用的多媒体教程连载，以帮助读者更好地学习、使用multiSIM软件。

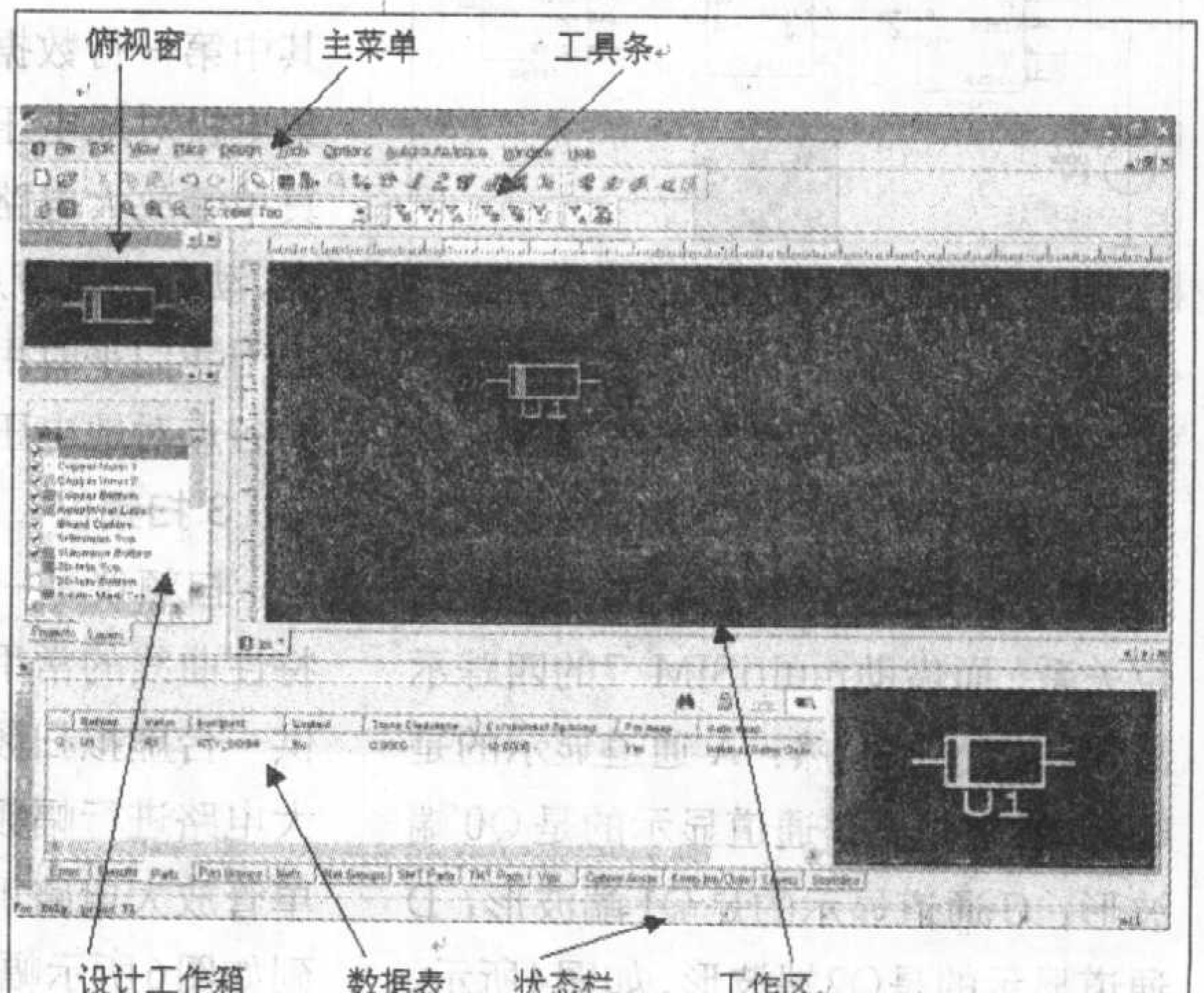


图14

如何用 Protel DXP 画电路的重复部分

文 / 张全威

Protel 以其优越的性能和强大的功能，深受广大电子技术人员和爱好者的喜爱。在实际设计中，大家可能设计过这样的电路，在电路里有些部分完全一样，重复出现，比如双声道功放的两个声道、循环彩灯的驱动电路等，笔者以前在画这种电路时是先画好一个单元，然后将这些元件复制后进行多次粘贴，这样做最大的麻烦是粘贴后还需要重新为元件编号和连线，如果重复单元过多则会造成图纸很大。有没有简便的方法呢？笔者经过多次尝试终于找到了一种简便方法，介绍出来与大家分享。

首先新建一个PCB工程，然后保存，为了便于叙述，本例里将工程保存为wellong.prjpcb，然后在工程里新建一张原理图，在原理图里画好要重复的电路，这里只画一个简单的电路。参看图1。

在图1里笔者分别放了一个INPUT(输入)和OUTPUT(输出)端口，它们是连向不重复电路的接口，本例中我们设计5路重复的电路，并且输入和输出用连接器接到外电路上，将图1画好后保存，本例保存为wellong.schdoc。

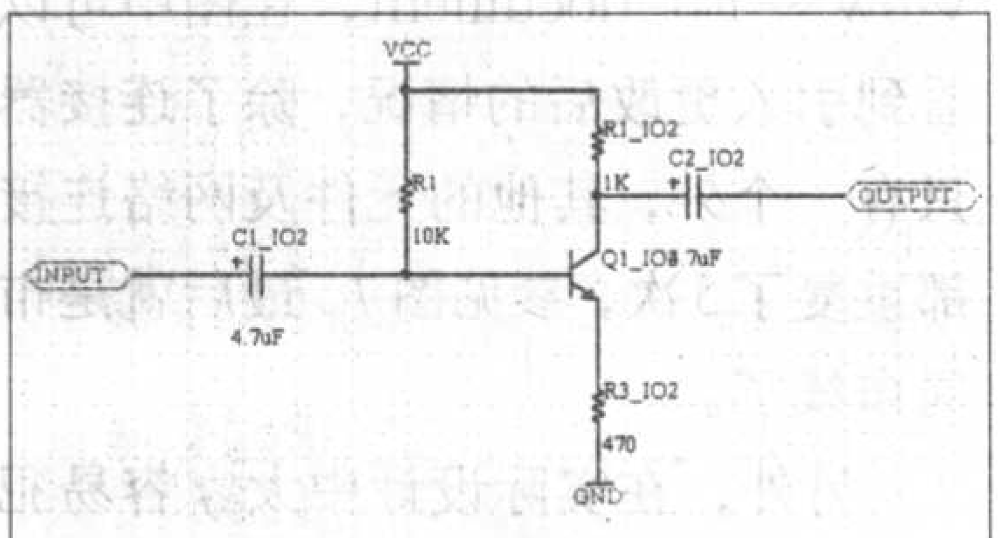


图1

在原理图里再新建一张空白图纸，点击菜单Design，选择Create Symbol From Sheet，从原理图引入框图，在Choose Document to Place窗口里选择刚刚画好的wellong.schdoc，点击OK，在弹出的"是否倒相输入/输出口方向的确认"对话框里根据你的需要选择，本例选择NO，我们可以看到在原理图里已经放好了框图，里面已经放好了两个Sheet Entry(框图进口)"OUTPUT"和"INPUT"，参见图2。

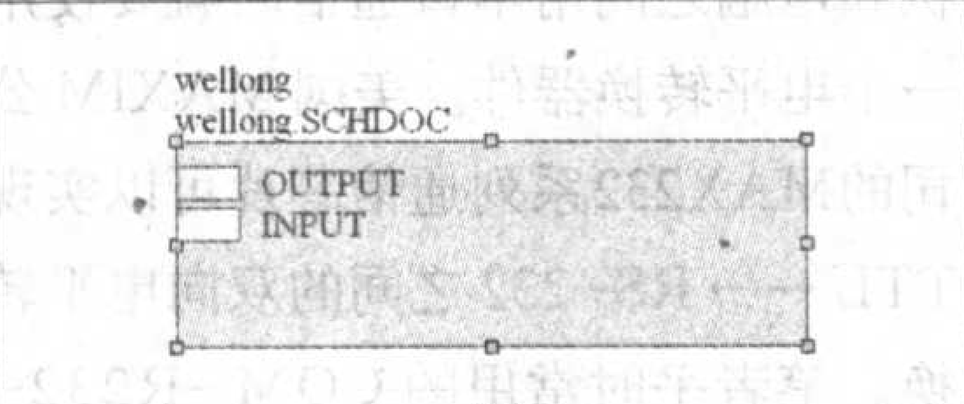


图2

调整好方框图的大小和位置后，双击一个黄色的框图进口，打开Sheet Entry的属性设置画面，因为本例中重复的是对外连接部分OUTPUT和INPUT，所以要分别将Name"OUT"改为REPEAT（OUTPUT），Name"INPUT"改为REPEAT（INPUT），定义它们为重复的端口，然后点击OK。见图3。

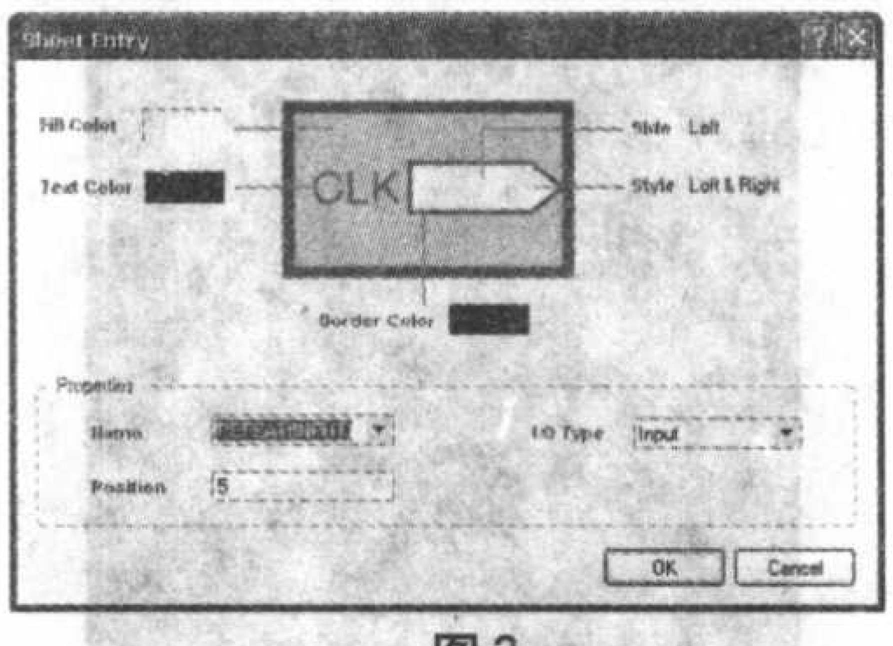


图3

双击方框图，弹出Sheet Symbol（框图）属性设置页面，在Designator里填上REPEAT（IO，1，5），表明要重复的网络序号是从1到5，共5次，设好后点击OK回到设计页面。参见图4。

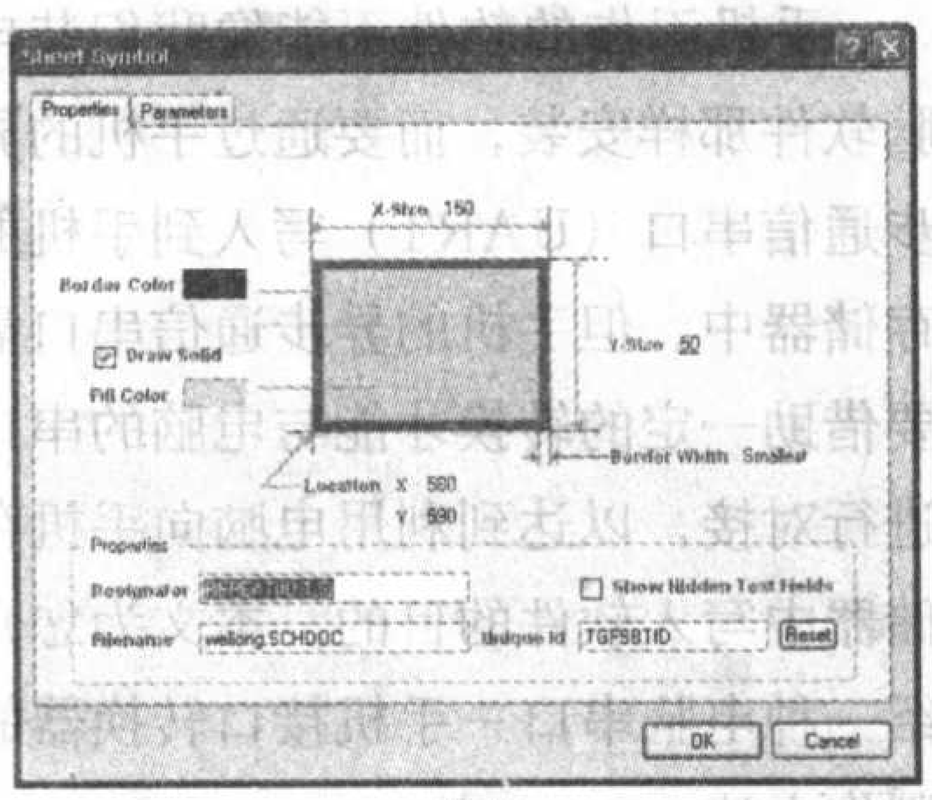


图4

分别在框图进口上放置导线，并在导线上放置网络标签，本例为它们取名为OUT和IN，再在原理图中放置电路中不重复的部分，本例放置一个连接器，并在连接器上放好网络标签，本例的最终设计见图5。该图的目的是将IN1、IN2……IN5连接到IN上重复，OUT1……OUT5连接到OUT网络上重复。好了，现在大功告成，让我们看看效果吧。点击"Project—Compile Pcbject"，你将会在原理图的左下方看到多了IO1、IO2……IO5几个标签，这个IO就是前面的REPEAT（IO，1，5）里面的IO，见图6，这就是我们重复的电路。点击这些标签可以发现它们的电路

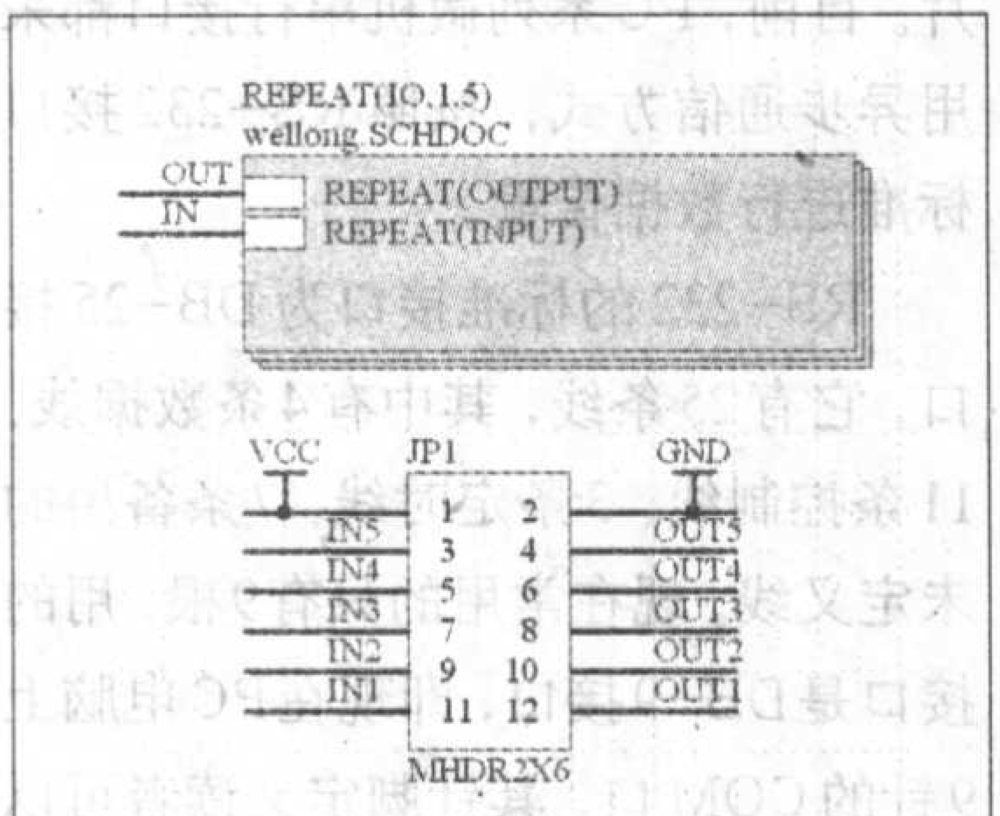


图5

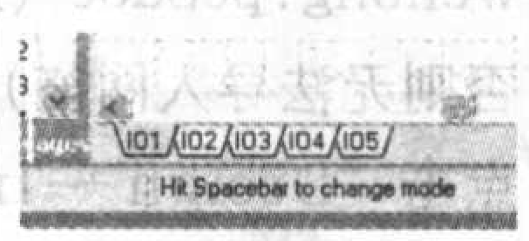


图6

制作电脑串口与手机接口的转换器

文/赵永波

手机工作的软件不能像我们装电脑软件那样安装，而要通过手机的异步通信串口（UART）写入到手机的存储器中。但手机的异步通信串口需要借助一定的转换才能与电脑的串口进行对接，以达到利用电脑向手机存储器中写入软件的目的。本文为您介绍一种电脑串口－手机接口转换器的制作方法。

通用异步通信串口UART在PC机和单片机上是实现收、发数据字符的串／并转换的单元，也就是一种采用异步通信标准的通用串行接口。通用异步接收器／发送器是一种支持RS−232−C标准的可编程串行接口芯片。目前，PC系列微机串行接口都采用异步通信方式，按照RS−232接口标准进行数据传输。

RS−232的标准接口为DB−25接口，它有25条线，其中有4条数据线、11条控制线、3条定时线、7条备用的未定义线。现在常用的只有9根，用的接口是DB−9接口，即现在PC电脑上9针的COM口，其针脚定义读者可以到相关网站上查询。

因为RS−232标准是用正负电压来表示逻辑状态，由于手机中的电路一般是TTL/CMOS的，而TTL电路是以高低电平表示逻辑状态的。为了能够同计算机接口或与通信终端的TTL器件之间实现匹配连接，必须在RS−232标准电路与TTL电路之间进行电平和逻辑关系的变换。所以在手机和电脑之间用串口通信时就要使用一个电平转换器件。美国MAXIM公司的MAX232系列通信芯片可以实现TTL←→RS−232之间的双向电平转换。笔者平时常用的COM−R232−TTL/CMOS元件是MAX3232CPE芯片，它使用比较方便，价格也相对较低，虽然传输速率稍慢，但用在手机维修上还是足够了。

手机数据插口上的UART数据口是用来与电脑的COM数据串口进行数据交换的，现在也有通过USB−COM写手机数据的，速度很快，但手机的下载软件一般都直接驱动COM，USB还要专用的驱动程序来支持，比较麻烦，这里笔者只介绍用电脑串口来传输数据的接口电路。

MAX的RS3232内部有两组收发电路，通常我们只需用其中的一组，当然也可以使用两组以提高工作效率。MAX3232的工作电压为+3.0~5.5V，当V_{CC}为4.5~5.5V，RL为3k，CL为1000pF，传输速率是1Mbps。关于RS3232的详细资料可到http://www.maxim-ic.com.cn上查询。

我们在使用RS3232时只用到以下三根数据线（三线制），即数据接收RX、数据发送TX、地线GND，MAX3232的R1IN端接PC−COM的TXD，T1OUT接PC−COM的RXD，R1OUT接手机的TXD，T1IN接手机的RXD。图1是

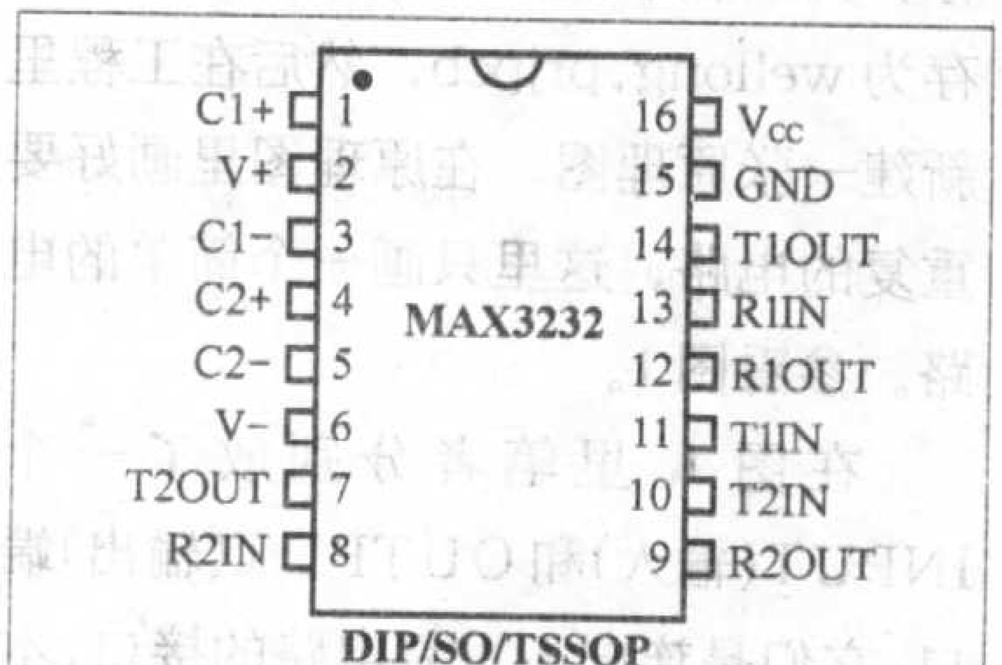


图1

部分都一样，只是元件的编号不一样。好吧，将该图保存为wellong2.schdoc吧，这一步也不能少，否则后面的步骤无法进行。

为了进一步验证我们的设计，我们再将它们导入到PCB图中，点击“FILE—NEW—PCB”，新建一个PCB文档，并将该文档保存为wellong.pcbdoc（这一步一定要做，否则无法导入网络），在PCB视图里点击“Design—Import Change From [wellong.prjpcb]”，在Engineering Change order（工程更改单）窗口里选择Execute Changes，执行网络表更改，完成从原理图引入设计。如果看不到引入的元件，请点View—Fit document，在图中可以看到引入更改后的情况，除了连接器只有一个外，其他的元件及网络连接都重复了5次，参见图7。最后就是布局布线了。

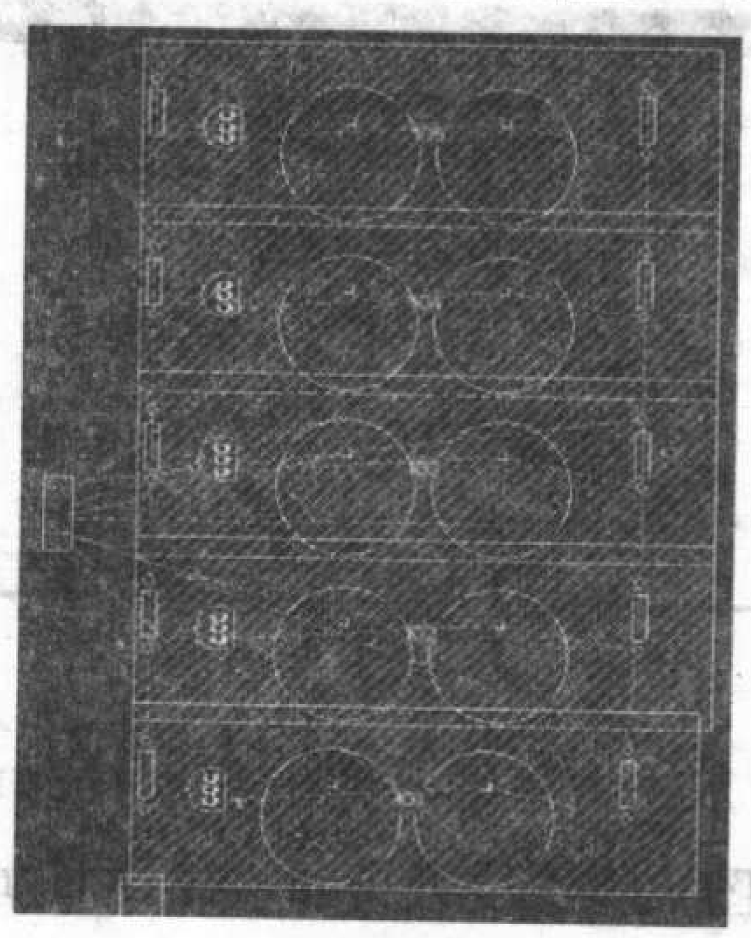


图7

另外，在实际设计中大家容易犯的错误就是在手工放置框图进口时，容易把端口Port当成框图进口放在框图中，两者外形相像但本质却截然不同，一定要注意。

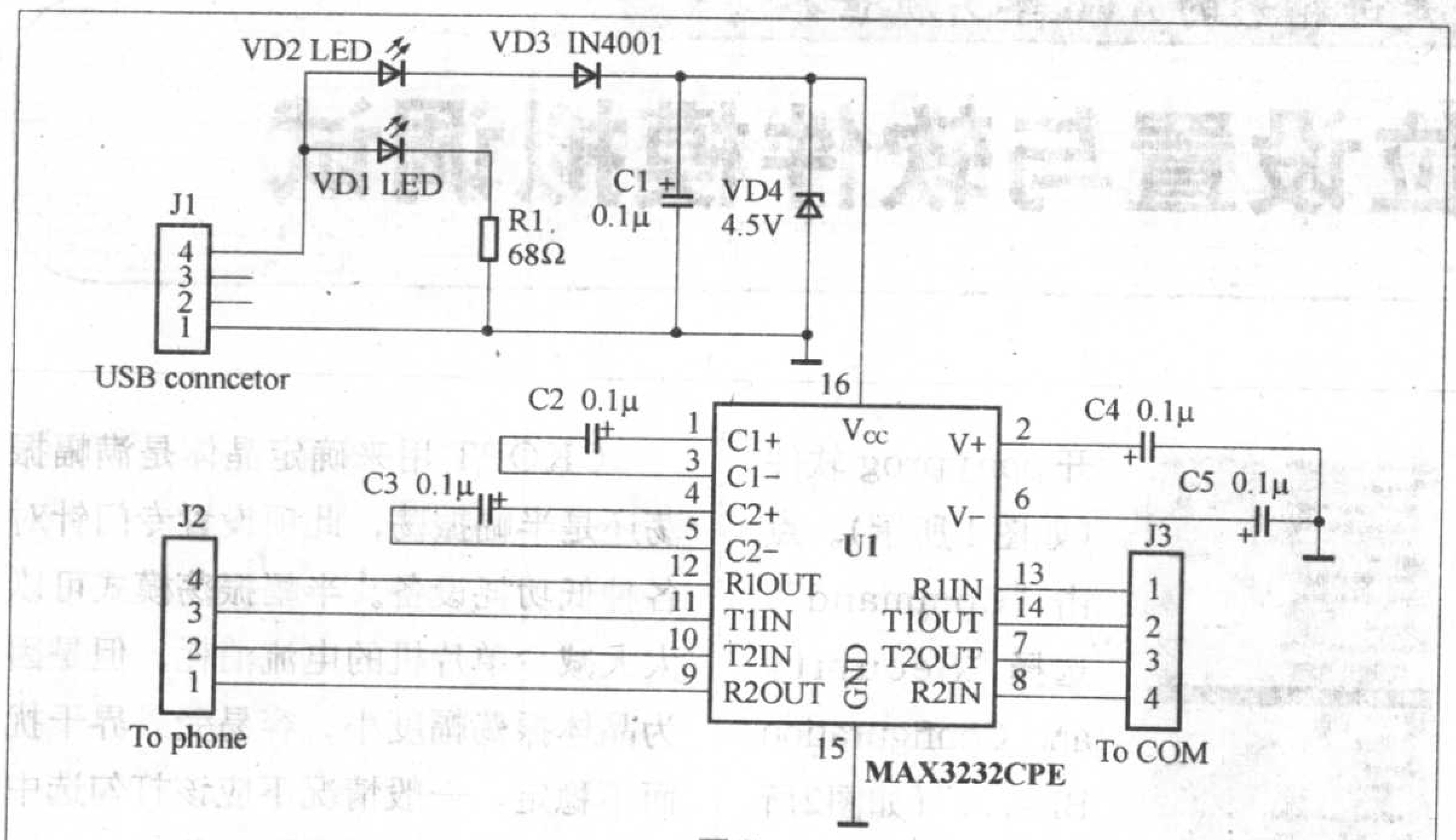


图2

MAX3232CPE的功能引脚排列图。

图2所示的电路图是笔者经过实际制作并且正在使用的，该电路采用USB端口为MAX3232提供工作电压，电路中各元器件的具体参数见图中标示。LED1、LED2用普通的绿色发光二极管，J1～J3要根据实际空间的大小来选用质量好一点的接口，电阻R1选用1/16W的，C1～C5电容选用耐压10V的电解电容，稳压二极管选用3～5V之间的，U1选用MAX3232CPE 封装DIP16。

MAX3232各引脚功能定义读者可查阅相关资料。

图3是以MAX3232CPE为核心的COM−RS232−TTL/CMOS转换实物连接图。

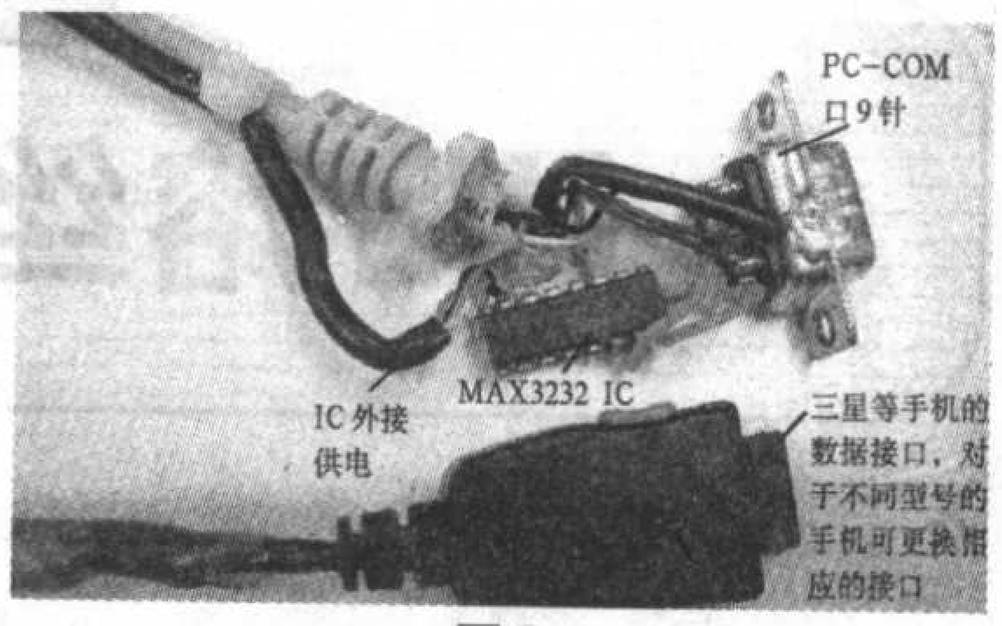


图3

实际制作时最好用万用线路板连接各个元器件以达到最好的信号传输效果，同时还可以避免引线间的短路。这是一个对大多数型号手机都适用的转换器（如MotorolaT191、SamsungSGH600、Ericsson218、NEC808、Siemens S25等），手机数据插口一端的具体连线方式要根据手机来定。在电路连接无误后即可在PC与手机之间通过PC−tool或手机的下载软件来通信了。Ⓦ

推荐书目

品牌推荐　900102　《无线电》1955−2000年合订本（4CD−ROM）　邮购价：100.00元/套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28.00元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35.00元/本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28.00元/本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28.00元/本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00元/套
9020051	《高保真音响》2005年增刊　电子管名机赏析	28.00元/本
14021	无线电问与答精汇	41.00元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38.00元/本

畅销图书		邮购价
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00元/本
12897	实用报警电路	28.00元/本
12537	看图学电工技能	34.00元/本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00元/本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00元/本
12123	万用表使用技巧60例	25.00元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00元/本
12182	红外探测与控制电路	51.00元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00元/本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00元/本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00元/本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00元/本
09453	无线电识图与电路故障分析轻松入门	43.00元/本
06131	怎样看无线电电路图	17.00元/本
10862	I²C总线彩色电视机软件调整手册	76.00元/本
09626	无线电元器件检测与修理技术轻松入门	38.00元/本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00元/本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00元/本

强势品牌		邮购价
2−75	《无线电》杂志及增刊	
2003～2005年第1～12期，2006年第1、2期		6.80元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00元/本
2000年增刊		6.00元/本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28.00元/本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28.00元/本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28.00元/本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28.00元/本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24.00元/本
10980	《无线电》2002年合订本下册	24.00元/本
902001	《无线电》2001年合订本	55.00元/本
902000	《无线电》2000年合订本	45.00元/本
909900	《无线电》1999年合订本	42.00元/本
82−590	《高保真音响》	
2003～2005年第1～12期，2006年第1、2期		15.00元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28.00元/本

光盘产品		邮购价
68139	常用电子管资料汇萃（CD−ROM）	40.00元/套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD−ROM）	40.00元/套
00010	《高保真音响》1994−1998年合订本（4CD−ROM）	110.00元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38.00元/盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00元/套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108.00元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00元/套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097−24。

走进精彩的AVR单片机世界

AVR熔丝位设置与软件模拟调试

文 / 李鹏飞

在上一期的本系列文章中，我们看到了用ATmega16控制流水灯范例的执行结果，毫无疑问，ATmega16是处于工作状态的。可是如果我们用示波器测试一下该电路中晶振的管脚，会发现晶振竟然没有起振！单片机没有时钟源是不可能运行的，为什么ATmega16却能够正常运行呢？看一下ATmega16的数据手册会发现，ATmega16拥有可校准的内部RC振荡器，可以为CPU的运行提供时钟源，并且根据需要有1MHz、2MHz、4MHz、8MHz等4种频率可供选择。ATmega16的出厂默认值是使用内部1MHz的 RC振荡器，我们在流水灯范例中没有更改过这个设置，这就是为什么ATmega16可以正常运行，但晶振却没有起振的原因。

如何按照需要更改时钟源的选择呢？在AVR系列单片机中可以通过对熔丝位（fuse bits）的操作来实现。熔丝位是单片机运行状态的各种外部属性的控制器，跟用户编写的程序没有直接关系。程序决定了单片机的指令运行步骤，而使用哪个时钟去运行这些指令等外部因素则是通过熔丝位来设置的。我们可以通过ponyprog编程软件和isp下载线来操作熔丝位。将AVR下载线插在实验板上，上电，打开ponyprog软件（如图1所示）。点击“Command”，选择“Security and Configuration Bits...”(如图2所示），在弹出的对话框中，点击“Read”，就可以读出当前ATmega16的熔丝位状态（如图3所示）。

图 1

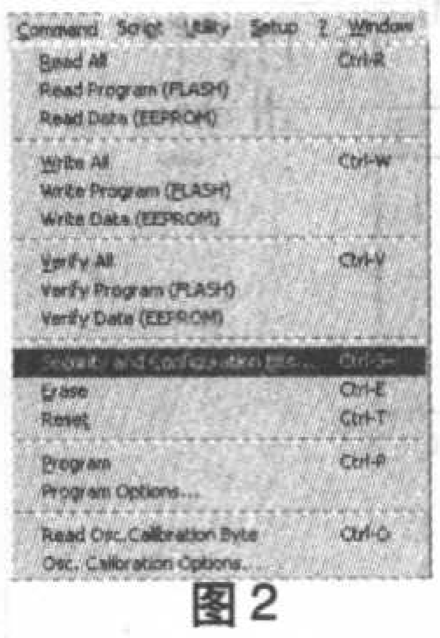


图 2

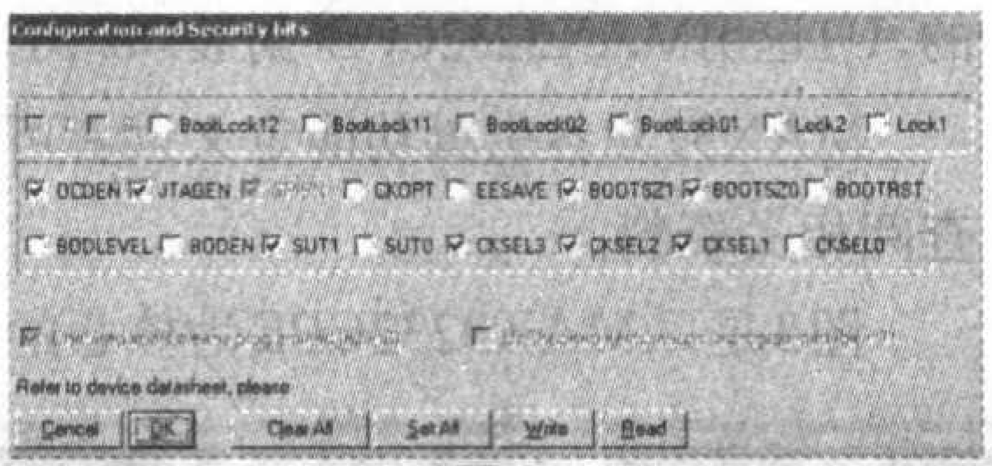


图 3

时钟源的选择由4个熔丝位的组合来确定，分别是CKSEL3、CKSEL2、CKSEL1、CKSEL0，详细的配置方法见表1。要特别注意，在ponyprog软件中，打勾表示选中，对应的熔丝位为0，而不是1。如图3中所示的熔丝位CKSEL3到CKSEL0分别为0001，即内部1MHz振荡器。

在图3的熔丝位设置里面还有其他的选项，本文介绍与时钟源的设置相关的熔丝位、SUT1、SUT0和CKOPT。SUT1、SUT0和前面已经出现的CKSEL0的组合用来选择外部晶体的启动时间，通常此项设置无关紧要，设置一个中等的启动时间或者保留默认设置即可。详细情况可以参考ATmega16的数据手册。

表 1

CKSEL3...0	芯片时钟选择	CKSEL3...0	芯片时钟选择
0000	外部时钟（多用于有源晶体）	1000～0101	外部RC振荡器
0001	内部1MHz振荡器	1001	外部低频晶体（多用于32．768kHz）
0010	内部2MHz振荡器	1011～1010	外部晶体（0.4MHz～0.9MHz，打开CKOPT）
0011	内部4MHz振荡器	1101～1100	外部晶体（0.9MHz～3.0MHz，打开CKOPT）
0100	内部8MHz振荡器	1111～1110	外部晶体（3.0MHz以上，打开CKOPT）

CKOPT用来确定晶体是满幅振荡还是半幅振荡，此项设置专门针对各种低功耗设备。半幅振荡模式可以大大减少单片机的电流消耗，但是因为晶体振荡幅度小，容易受外界干扰而不稳定。一般情况下应该打勾选中此项设置，并选择满幅振荡。

现在我们更改对熔丝位的设置，选择外部晶体模式，默认启动时间，打开CKOPT，更改后的熔丝位见图4，然后点击“Write”，时钟源的更改就完成了。记住一定要点击“Write”，而非“OK”。熔丝位修改后，时钟从原来1MHz提高到14MHz多，按下按键，会发现LED点亮的速度明显加快。你可以将时钟分别设置为内部2MHz、4MHz、8MHz，再看一下LED点亮的速度。

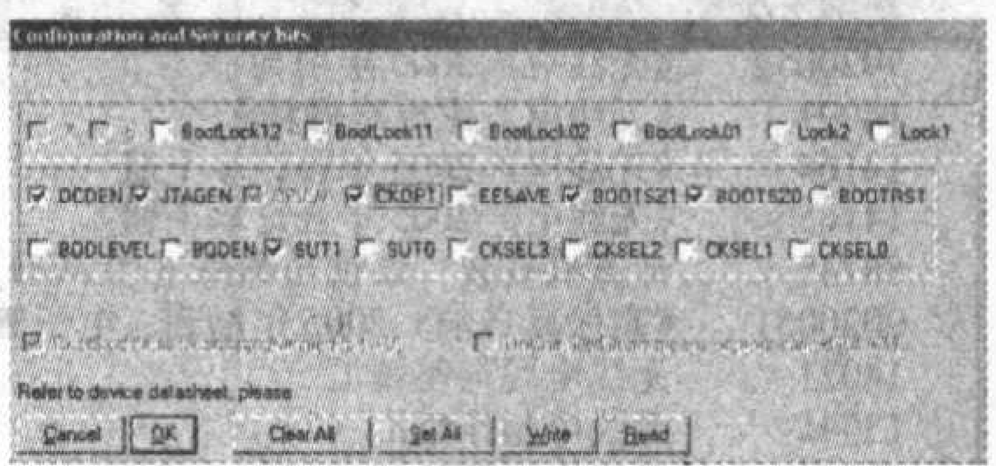


图 4

需要注意的是，时钟源的选择必须自行设定，单片机自身无法进行时钟的切换。如果设置成外部晶体而单片机却没有连接晶体，单片机是无法运行的。可以试试看，拿掉实验板上的晶体，单片机是否还能运行。对于ATmega16的开发者来说，一定要非常清楚单片机运行在哪个时钟源下。

编写单片机程序一般需要通过调

图 5

试找出程序中的bug，达到预期的执行结果。调试可以分为软件模拟调试和硬件调试，硬件调试需要专门的JTAG仿真工具，软件模拟调试是通过软件模拟单片机执行指令的运行结果，协助找出程序中的bug。软件模拟调试的过程不需要实际硬件的参与，较为方便，但效果没有硬件仿真器好。

AVR Studio集成开发环境就可以进行模拟调试。打开AVR Studio，选择范例1中建立的工程，如图5所示，点击“next”，在下一个对话框中选择“AVR Simulator”和“ATmega16”，如图6所示，点击“finish”，进入主菜单。

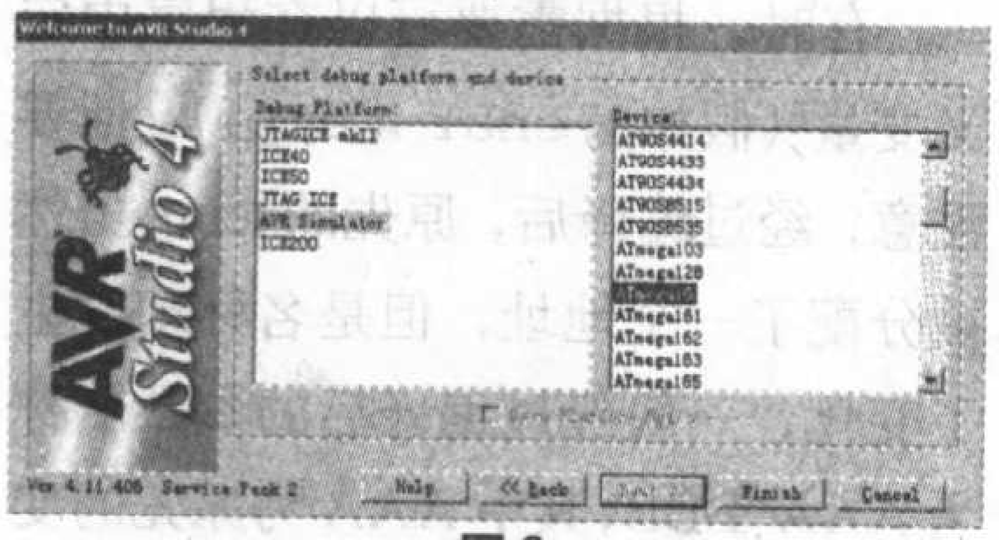


图 6

在主菜单中，选择“Project”→“Build and Run”，如图7所示，进入模拟调试状态。黄色箭头代表当前执行的指令位置；在workspace窗口中可以观察指令运行中ATmega16的寄存器数值、I/O端口状态等；在memory窗口中可以观察SRAM、EEPROM、FLASH中的数值。菜单栏上有调试所需的各种快捷按钮。

表2中给出了与调试有关的按键的介绍。

如果当前要执行的指令不包含对子程序的调用，则对于单步运行和子程序模块运行执行的效果是一样的；如果当前指令包含对子程序的调用，

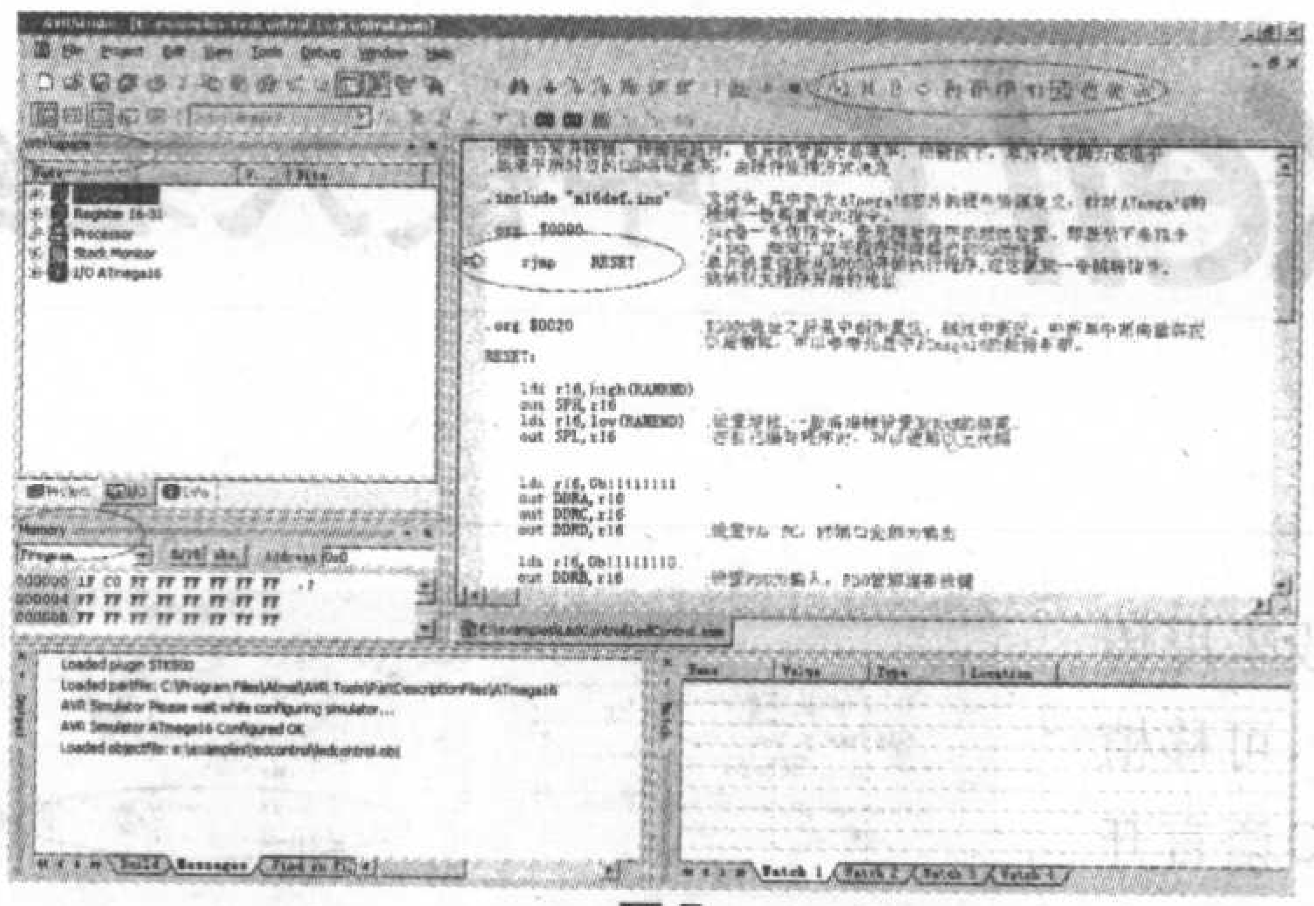


图 7

单步运行进入子程序内部，子程序模块运行则执行到子程序结束后的下一条指令。可以在上期实例程序中运行到“call DELAY”处，分别点击这两个按键，体会他们的区别。

对于跳出子程序运行，可以在“call DELAY”处点击单步运行，进入DELAY子程序，然后点击跳出子程序运行，可以看到程序执行到子程序结束后的下一条指令。

点击触发断点，如果当前位置没有断点，则设置一个断点，如果当前位置已经有了断点，则会去除掉这个断点。而清除断点会去掉整个程序中设置的所有断点。

在Watch窗口中可以观察程序中用到的变量或者寄存器等，在Name项双击，输入想要观察的变量名称或寄存器名称即可。在Workspace窗口中可以观察到指令运行中ATmega16内部参数的变化。若不能够熟练地使用AVR Studio，每执行一条指令，都应该看看在Workspace里面有哪些变化。在AVR Studio中的打开、保存等菜单的应用比较简单，不再介绍。

AVR Studio软件的模拟调试功能可以方便地帮助程序员找出代码中的bug，熟练掌握对开发ATmega16有很大的促进作用。如果你编写的程序没有按预期执行，赶快调试一下，看看问题出在哪里。在下期文章中，我们将使用ATmega16与电脑进行串行通信，这也是ATmega16应用最广泛的功能之一。

本文练习：

1.编写程序

A.按键按下并抬起，LED顺序依次点亮，并且循环依次点亮；

B.按键再次按下并抬起，LED全部熄灭；

学会用AVR Studio的调试功能帮助找出程序中的bug。

2.将2中编译产生的hex文件用ponyprog写入ATmega16，并且修改不同的时钟源，观察运行效果。

注：本文使用的实例程序见上期配刊光盘，本文所用软件可到本刊网站www.radio.com.cn下载，软件调试操作有详细的图片说明，见本期配刊光盘。

表2

	编译程序，将程序编译成单片机可以执行的hex文件
	进入调试状态，若AVR Studio处于非调试状态，点击此按键可进入调试状态
	退出调试状态，若AVR Studio处于调试状态，点击此按键退出调试状态
	全速执行程序，在调试状态时，执行全部程序
	暂停执行程序，让正在执行的程序暂停
	复位，让程序重新开始执行
	显示下一个状态
	单步运行，执行一条当前指令
	子程序模块运行，如果当前指令中调用了子程序，则执行子程序全部指令
	跳出子程序运行，如果当前状态位于子程序中，则执行到子程序返回
	执行到光标处，将光标点到要执行到的地方，可点击此按键
	连续单步运行
	触发断点，设置完断点以后，点全速执行程序按键则执行到断点处停止
	清除断点，去掉用户设置的所有断点
	快速查看，跟AVR Studio窗口右下侧Watch栏的作用一样，可以观察变量

关于在Keil C中嵌入汇编代码的方法

文/刘 亮

以往进行单片机开发一般采用传统的汇编程序，开发周期长，可移植性差，随着Keil C等单片机C语言开发环境的成熟，人们普遍倾向于用高级语言进行系统开发，可移植性强，且可大大缩短开发周期。

实际上，在有的方面，也能体现出汇编的优势，比如在实时性比较强，追求效率的情况下，C语言的优势就体现不出来，于是，就出现了在C中嵌入汇编代码的做法，既提高了效率，又能兼顾实时性，为广大编程工作者所推崇。由于很多刚接触单片机的新手还不太了解keil C中嵌入汇编的做法，下面，笔者就来作详细的说明。

首先，建立一个项目文件(假定为test.UV2)，然后加入程序文件（假定为test.c)，根据不同的程序大小，选择合适的选项，以优化编译器的编译。

然后嵌入汇编，在程序中，嵌入汇编的代码一般由#pragma asm开头，由#pragma endasm结尾，如图1所示。

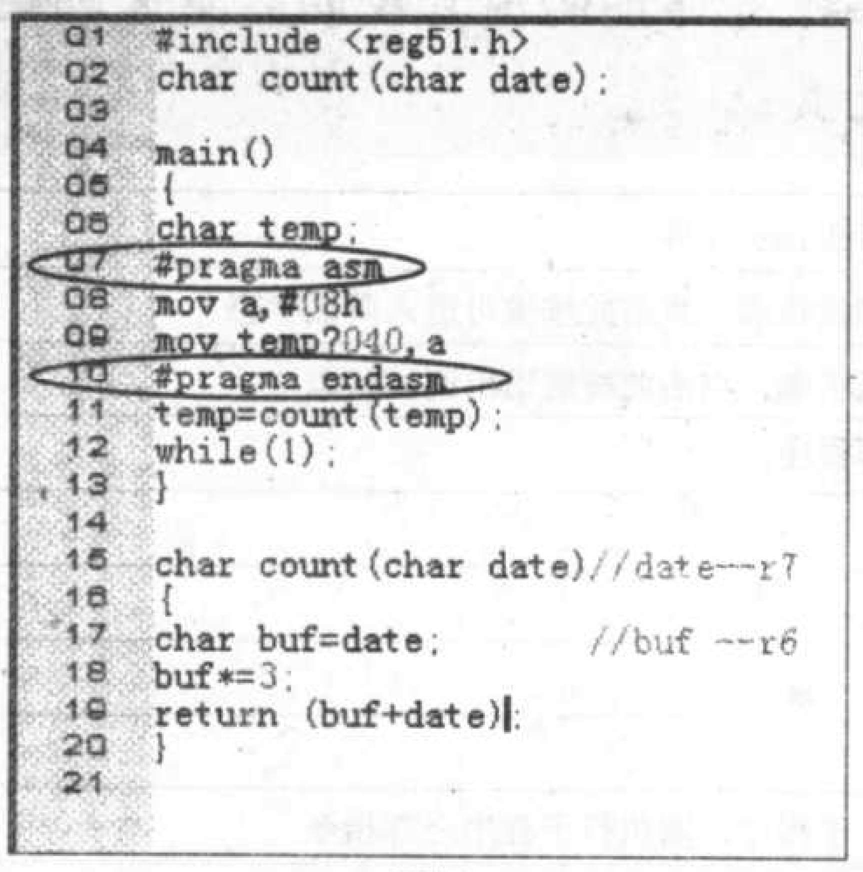


图1

加入代码后，还要对添加汇编代码的文件进行配置：右键点击嵌入汇编的文件test.c，从弹出的选项中选择

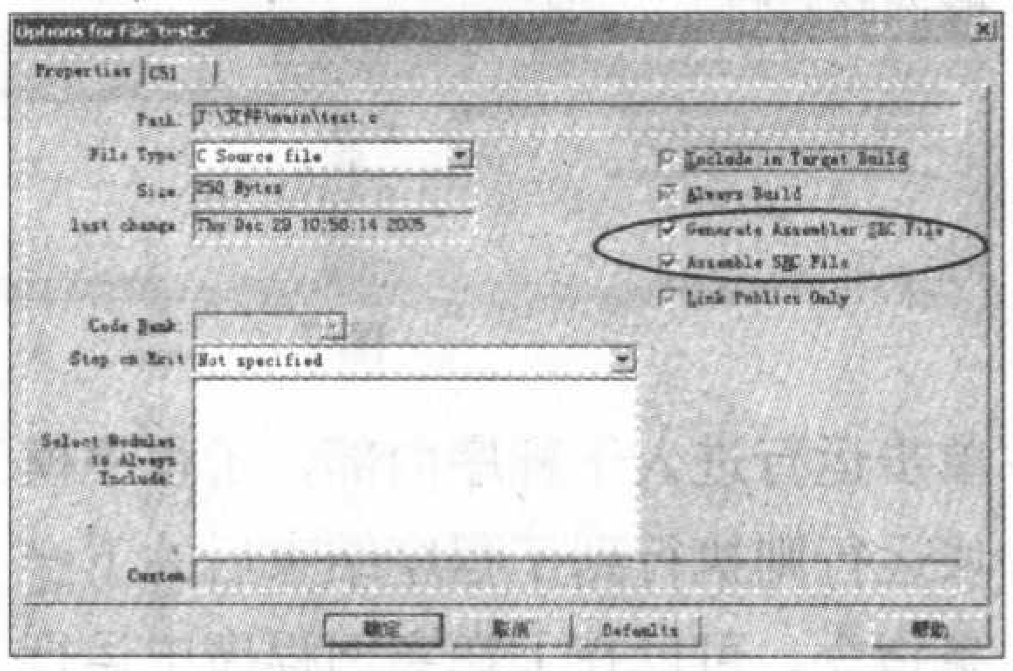


图2

“Operation for File 'test.c'”，会出现一个对话框，选择Properties，如图2所示。

在其右侧，有一排5个选项，分别为“Include in Target Build”、“Always Build”、“Generate Assembler SRC File”、“Assemble SRC File”和“LinkPublics Only”，这五个选项均为半透明灰色小钩，点击其中的“Generate Assembler SRC File”和“Assemble SRC File”选项前的小方框，直到选项变为黑色小钩，如图2所示。然后点击确定，观察Keil C界面左侧的Project Workspace区域，可以发现原先的test.c文件前已经多了3个红色小方块，如图3所示。

然后，向工程中添加一个库，根据你选择的不同的程序存储空间大小选

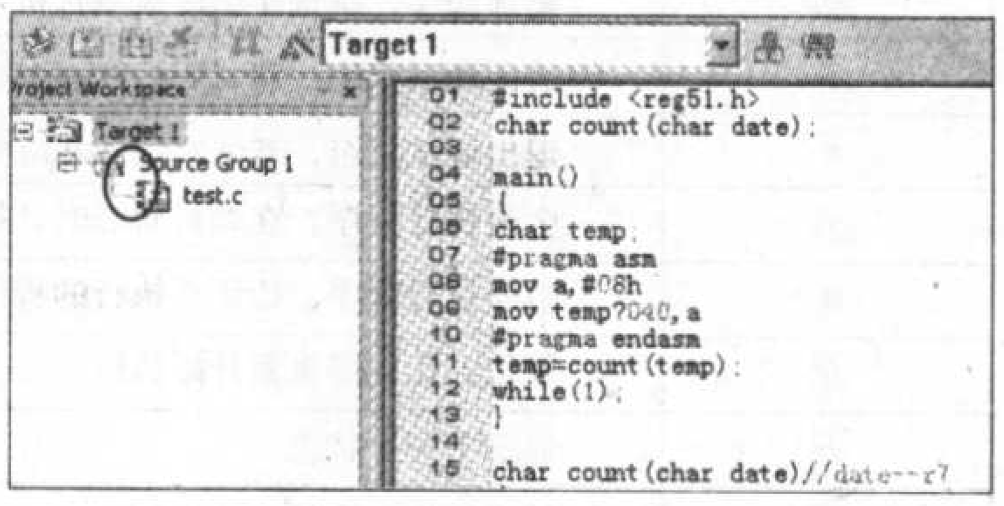


图3

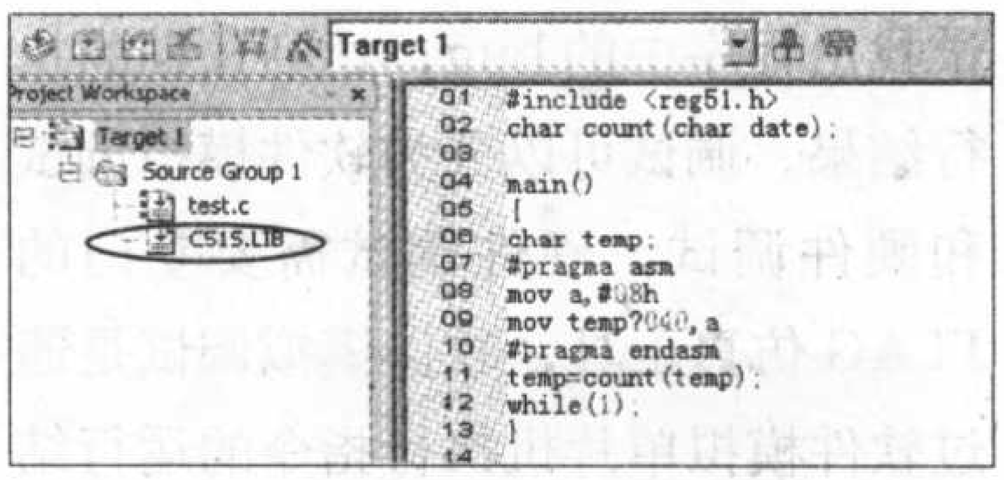


图4

择C51（FP）S.LIB（〈有浮点运算〉小模式)、C51（FP）C.LIB(〈有浮点运算〉紧凑模式)和C51（FP）L.LIB(〈有浮点运算〉大模式)，如图4所示。最后编译链接即可。

很多情况下，汇编代码是作为一个子程序，由主程序去调用，这就涉及到参数传递的问题，参数传递一般符合以下规则：

有时，根据需要可以在程序中定义变量（假如为char temp;)，但要注意，经过编译后，原先的temp虽然被分配了一个地址，但是名称却发生了变化，一般经过编译后的参数名称为AAA?BBB，其中AAA为原先的变量名，BBB为编译器另外为参数添加的一个序号。具体编号，可以打开原来编译链接后生成的一个文件test.SRC(将其拖入Keil即可显示)。该文件记录了各个特殊寄存器、各段代码的信息以及经过编译的test.c的汇编代码，其中也有自己添加的代码。而且可以看到原先定义的变量temp已经变成了temp?040，如图5所示。然后可以将这个名字作为汇编代码中的存储器名直接使用而不会报错。

传递参数类型	寄存器	说明
bit	CY	
char,unsigned char,1字节指针	R7	
int,unsigned int,2字节指针	R6~R7	R6高字节，R7低字节
long,unsigned long	R4~R7	R4最高字节，R7最低字节
float	R4~R7	32位IEEE标准
通用指针	R1~R3	R3存储类型，R2高字节，R1低字节

用单片机设计的测速表

文/周 坚

测速是在工农业生产中经常遇到的问题，学会使用单片机技术设计测速仪表具有很重要的意义。要测速，首先要解决采样的问题。使用模拟技术制作的测速表，常用测速发电机的方法，即将测速发电机的转轴与待测轴相连，测速发电机的电压高低即反映了转速的高低。使用单片机进行测速，可以使用简单的脉冲计数法。只要转轴每旋转一周，产生一个或固定的多个脉冲，并将脉冲送入单片机中进行计数，即可获得转速的信息。

一、脉冲信号的获得

可以有多种方式来获得脉冲信号，这些方法有各自的应用场合。下面逐一进行分析。

1. 霍尔传感器

霍尔传感器是对磁敏感的传感元件，用于开关信号采集的有CS3020、CS3040等，这种传感器是一个3端器件，外形与三极管相似，只要接上电源、地，即可工作，输出通常是集电极开路(OC)门输出，工作电压范围宽，使用非常方便。图1是CS3020的外形图，将有字面对准自己，三根引脚从左向右分别是V_{CC}、地和输出。

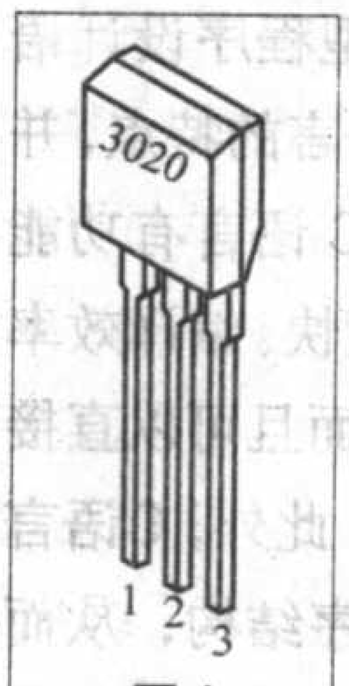


图1

使用霍尔传感器获得脉冲信号，其机械结构也可以做得较为简单，只要在转轴的圆周上粘上一粒磁钢，让霍尔开关靠近磁钢，就有信号输出，转轴旋转时，就会不断地产生脉冲信号。如果在圆周上粘上多粒磁钢，则可以实现旋转一周，获得多个脉冲输出。在粘磁钢时要注意，霍尔传感器对磁场方向敏感，粘之前可以先手动接近一下传感器，如果没有信号输出，可以换一个方向再试。

这种传感器不怕灰尘、油污，在工业现场应用广泛。

2. 光电传感器

光电传感器是应用非常广泛的一种器件，有各种各样的形式，如透射式、反射式等，基本的原理就是当发射管发出的光照射到接收管时，接收管导通，反之关断。以透射式为例，如图2所示，当不透光的物体挡住发射与接收之间的间隙时，开关管关断，否则打开。为此，可以制作一个遮光叶片如图3所示，安装在转轴上，当扇叶经过时，产生脉冲信号。当叶片数较多时，旋转一周可以获得多个脉冲信号。

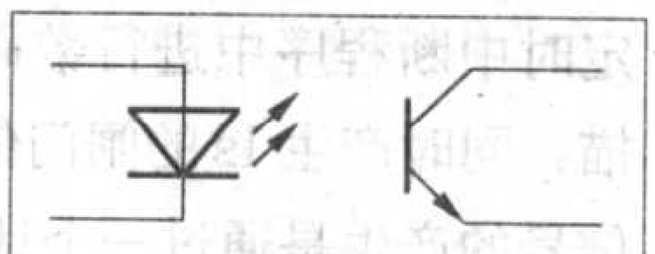


图2

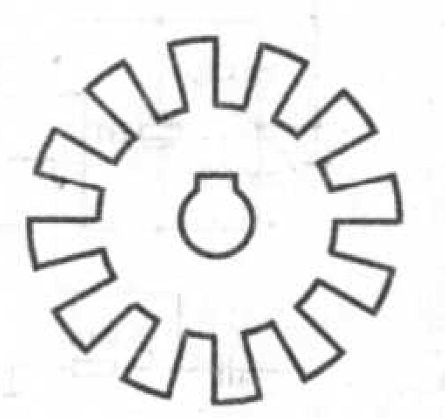


图3

3. 光电编码器

光电编码器的工作原理与光电传感器一样，不过它已将光电传感器、电子电路、码盘等做成一个整体，只要用连轴器将光电传感器的轴与转轴相连，就能获得多种输出信号。它广泛应用于数控机床、回转台、伺服传动、机器人、雷达、军事目标测定等需要检测角度的装置和设备中。图4是某光电编码器的外形。

图4

二、硬件连接

测速的方法决定了测速信号的硬件连接，测速实际上就是测频，因此，频率测量的一些原则同样适用于测速。

通常，可以用计数法、测脉宽法和等精度法进行测试。所谓计数法，就是给定一个闸门时间，在闸门时间内计数输入的脉冲个数；测脉宽法是利用待测信号的脉宽来控制计数门，对一个高精度的高频计数信号进行计数。

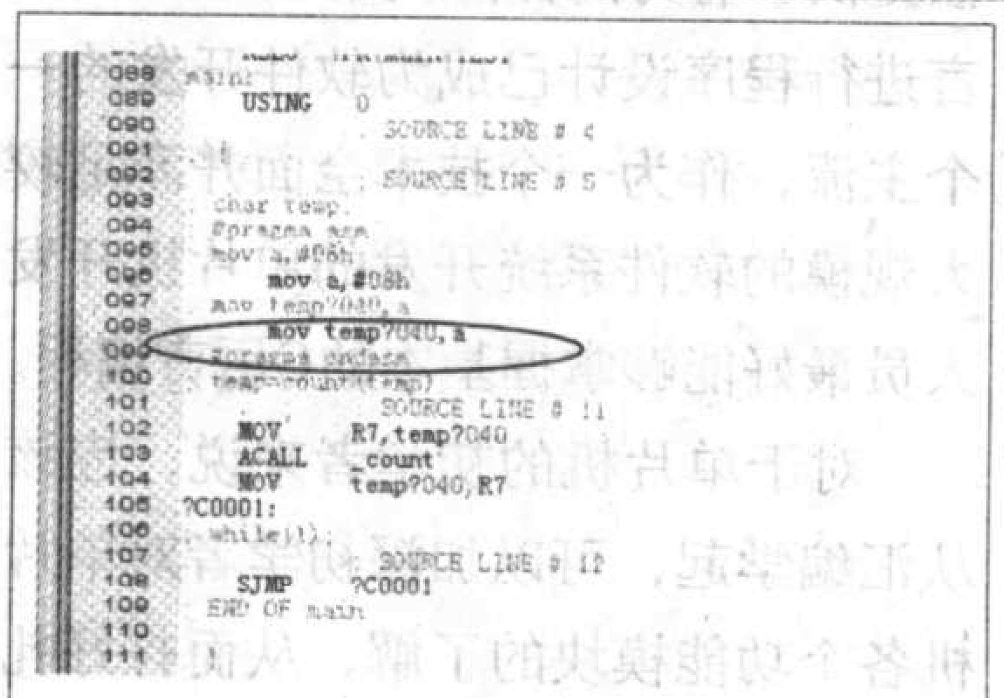


图5

一般方法为：先定义一个参数，但是由于你没有使用该变量，编译器会警告“temp：unreferenced local variable”，并且没有分配地址给temp，这时，有个技巧，就是随便使用一下temp(比如：temp++;)，然后会发现temp已经被分配了一个地址，并且有了新的名称，你就可以将新的名称在汇编代码中使用了，例如上例中的temp?040，在C代码中，自然还是原来的名字temp。

这就是笔者使用Keil C嵌入汇编的一点心得，希望对刚接触单片机的广大爱好者有所帮助。

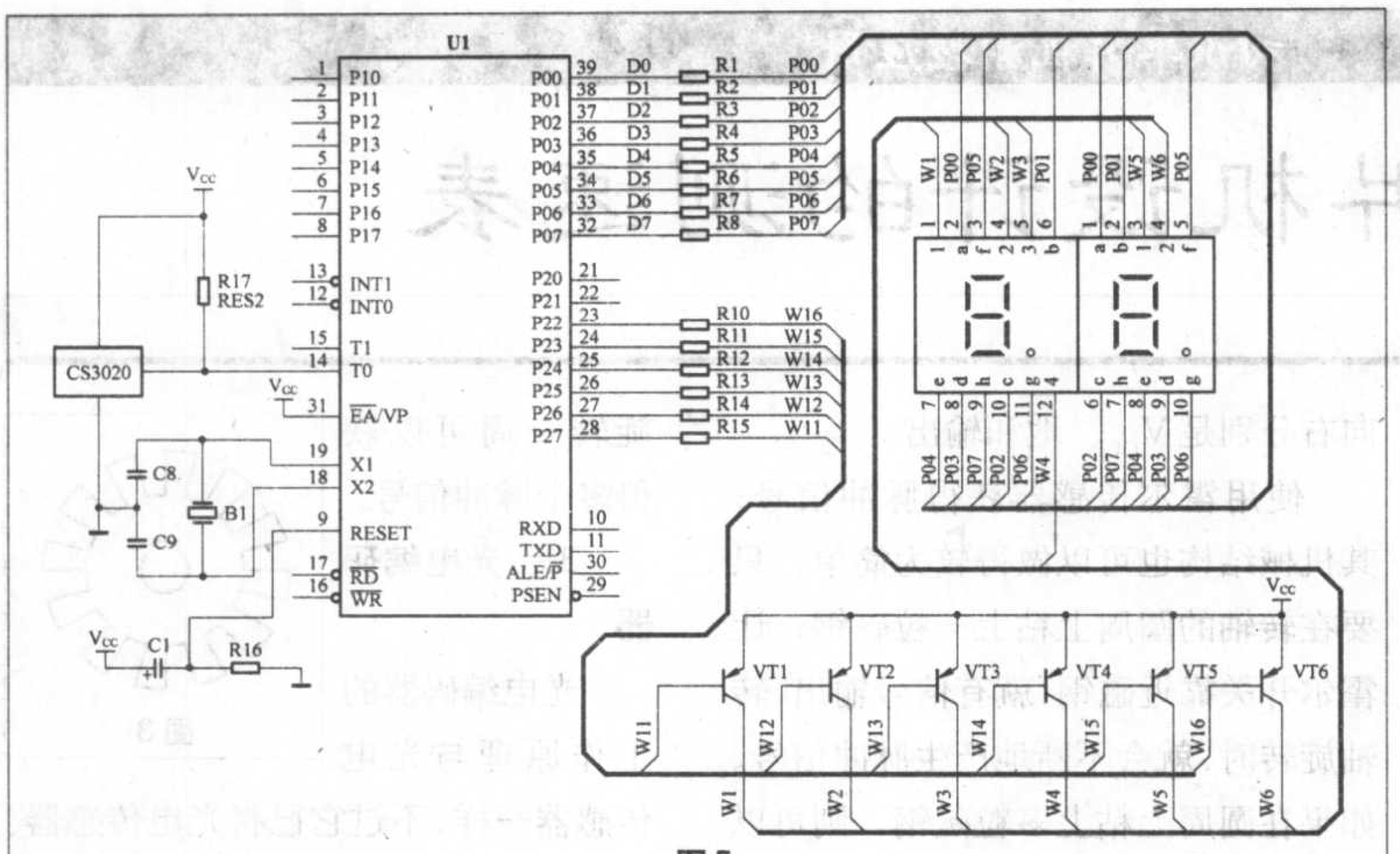


图5

由于闸门与被测信号不能同步，因此，这两种方法都存在±1误差的问题，第一种方法适合信号频率高时使用，第二种方法则在信号频率低时使用。等精度法则对高、低频信号都有很好的适应性。这里为简化讨论，仅采用计数法来进行测试。

图5所示是测速器的电路图，由六位数码管和测速接口组成。其中T0处只画了一只CS3020组成的霍尔传感器接线图，如果采用光电传感器接口也是一样的，读者可自行画出接线图。

三、软件编程

本文源程序见本期配刊光盘。

四、程序分析

主程序在对定时器、计数器、堆栈等进行初始化后即判断标志SpCalc是否为1，如果为1，说明要求对数据进行计算处理，首先将SpCalc标志清零，以保证下次能正常判断，然后进入数据处理程序，由于这里的闸门时间为1s，而显示要求为转／分，因此，要将测到的数据进行转换，转换的方法是将测得的数据乘以60，但由于转轴上安装有12只磁钢，每旋转一周可以得到12个脉冲，因此，要将测得的数据除以12，所以综合起来，将测得的数据乘以5即可得到每分钟的转速。计算得到的结果是二进制的整数，要将数据送往显示缓冲区需要将该数转化为BCD码。运算得到的是压缩BCD码，需要将其转换为非压缩BCD码。需要说明的是，这里多位二进制乘法和多位二进制到BCD码的转换都是用了现成的成熟子程序，因此，首先将二进制数转换为压缩BCD码，然后再转换成非压缩BCD码，看似多写了些程序，实际上这对于保证程序的质量很有好处。

定时器T1用作4ms定时发生器，在定时中断程序中进行数码管的动态扫描，同时产生1s的闸门信号。1s闸门信号的产生是通过一个计数器Count，每次中断时间为4ms，每计250次即为1s，到了1s后，即清除计数器Count，然后关闭作为计数器用的T0，读出TH0、TL0中的数值，分别送入SpCoun和SpCoun+1单元，将T0中的值清空，置SpCalc标志为1，要求主程序进行速度值的计算。这里还有一个细节，用作1s闸门信号产生的Count每次中断都会加1，而T0却有一个周期是被关闭的，因此，计数值是251而不是250。

请读者自行完成以下工作：

试用测脉宽法测试速度（提示：80C51单片机内部有高精度信号源，而其计数器又具有门控特性），注意硬件设计要略作更改。

单片机C语言和汇编语言的简单比较

文／王杰洁 耿英杰

在单片机开发过程中，经常用到C语言和汇编语言，二者谁更优呢？下面作一比较。

汇编语言是一种用文字助记符来表示机器指令的符号语言，是最接近机器码的一种语言。其主要优点是占用资源少、程序执行效率高。但是不同的CPU，其汇编语言可能有所差异，所以不易移植。C语言是一种结构化的高级语言。其优点是可读性好，移植容易，是普遍使用的一种计算机语言，缺点是占用资源较多，执行效率没有汇编高。

对于目前普遍使用的RISC架构的8位单片机来说，其内部ROM、RAM、STACK等资源都有限，如果使用C语言编写，一条C语言指令编译后，会变成很多条机器码，很容易出现ROM空间不够、堆栈溢出等问题。而汇编语言，一条指令就对应一条机器码，每一步的执行动作都很清楚，并且程序大小和堆栈调用情况都容易控制，调试起来也比较方便。

C语言是一种编译型程序设计语言，它兼顾了多种高级语言的特点，并具备汇编语言的功能。C语言有功能丰富的库函数、运算速度快、编译效率高、有良好的可移植性，而且可以直接实现对系统硬件的控制。此外，C语言程序具有完善的模块程序结构，从而为软件开发中采用模块化程序设计方法提供了有力的保障。因此，使用C语言进行程序设计已成为软件开发的一个主流，作为一个技术全面并涉足较大规模的软件系统开发的单片机开发人员最好能够掌握基本的C语言编程。

对于单片机的初学者来说，应该从汇编学起，可以加深初学者对单片机各个功能模块的了解，从而打好扎实的基础。

单片机的复位与“看门狗”问题

文 / 张春峰

单片机运行过程中复位是必不可少的，它是单片机的初始化操作，是把PC初始化为0000H，使CPU从0000H单元开始执行程序。除了进入系统的正常初始化之外，当由于程序运行出错或操作错误使系统处于死锁状态时，为了摆脱困境，也需要复位重新启动CPU。单片机的复位电路很多，且各有千秋。微分复位电路简单，但易引入干扰，也没有监控CPU运行的能力；积分复位电路可靠，但由于对电源电压波动不敏感，有可能出现CPU由于电源电压的瞬间过低而造成工作不正常的情况；“看门狗”(Watchdog) 复位电路复杂“昂贵”，但工作可靠并具有监控CPU运行的能力。在实际使用中如何设计复位电路应根据电路板的空间、电源电压特性、系统运行现场等情况而定。下面介绍两例有关“看门狗”复位引出的问题。

问题一：单片机“启动”不了

笔者在设计制作宾馆锅炉智能控制器时碰到了这样一个问题：用仿真器对目标板进行仿真时运行一切正常，但将该程序通过编程器烧写到相应单片机中后，单片机却启动不了——进不了正常的运行轨道，系统还不断发出嘀嘀嗒嗒的声音。

用仿真器对目标板仿真时运行正常，说明系统软件与电路板上的硬件都没有什么大的问题。仔细检查那嘀嘀嗒嗒的声音是电路板上的继电器所为，整个系统似乎在不断地“启动”，又被不停地“复位”着。

折腾了一段时间，将寻找问题的“焦点”移到了仿真器编程器及其操作软件上。其中编程器软件有个操作界面：打开编程操作软件烧写PHILIPS的P87LPC系列单片机时，需要进行相应芯片型号的选择及相关配置字的设置。在配置字设置的窗口界面上有看门狗、复位控制、振荡器类型等相关的状态选项（如图1所示）。看门狗的“启动看门狗”或“关闭看门狗”的选择可能就是本问题的关键。

图1

依照这种猜测笔者做了几个相关的实验，证实猜测是对的——当选择“关闭看门狗”选项进行编程烧写后系统就能正常运行了。但是，关闭了看门狗就意味着损失了看门狗的一切功能！为什么选择“启动看门狗”系统就不能正常运行呢？为此又检查了锅炉控制器的电路结构及源程序，发现PHILIPS公司的P87LPC系列单片机内部看门狗的设置与ATMEL公司的AT89S5X系列单片机内部的看门狗设置不一样，后者看门狗什么时候启动可由具体的程序软件来控制，而前者是由配置字的设置来控制的，编程烧写时一旦选择启动看门狗，看门狗就“活”了。再琢磨图2所示的锅炉控制器的电路，其主要由P87LPC767、时钟电路DS1302、数据存储电路24LC02等组成，也正因为系统中有了

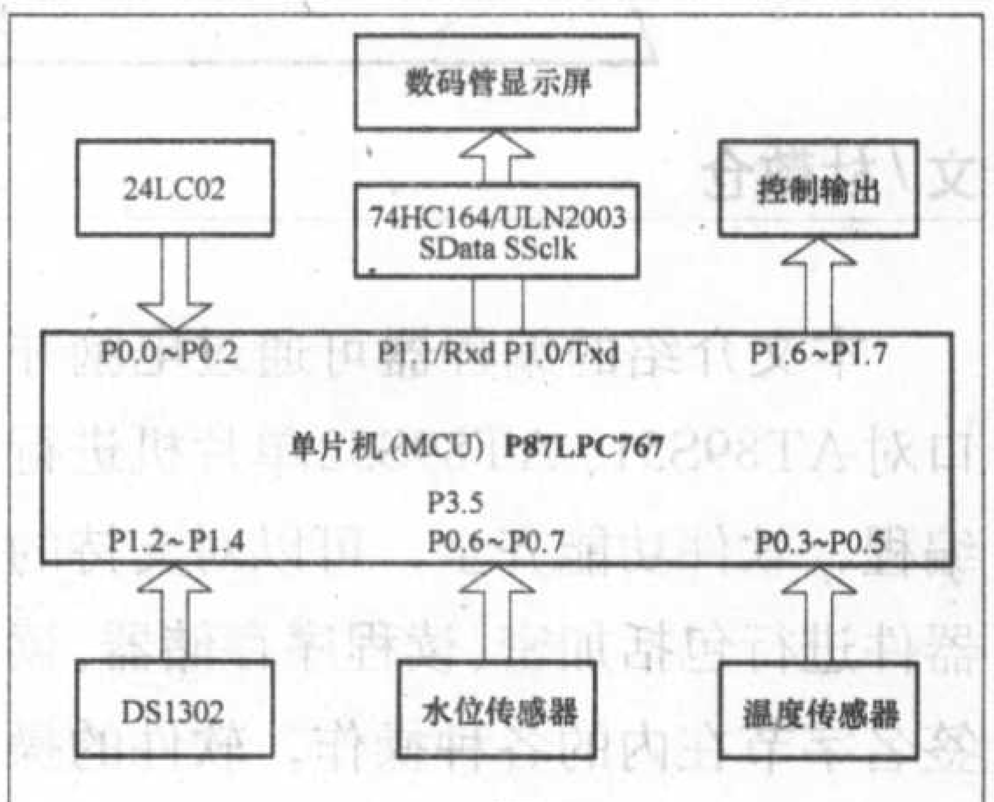


图2

时钟电路和数据存储电路，所以在单片机的“初始化”阶段，即在进入主程序大循环之前需要有不少数据的读取及存储。而在这许多的读取及存储过程中不曾采取“喂狗”措施，难怪看门狗“急”了、要“咬人”了，因此除了在大循环中正常的“喂狗”外，在其初始化读写数据过程中插入几条“喂狗”程序问题就解决了。

问题二:看门狗为什么不起作用

通常，在单片机的工作现场，可能有各种干扰源。这些干扰源可能导致程序跑飞、造成程序不能正常运行甚至死机。如果不及时恢复或使系统复位，就可能造成损失。看门狗电路的作用就是在程序跑飞或者死机时，能有效地使系统复位以使系统恢复正常运行。

笔者在设计制作的软连接绕箔条厚度检控仪时曾碰到过这个问题:一有串口通信发送数据时，单片机就死机了。该检控仪的电路结构如图3所示，按理说电路中外接有专用的看门狗电路X5045，单片机一死机就会被看门狗复位重新启动的，单片机怎么一死机就“死”了呢?

用仿真运行很快就找到了引起单片机P89C54X2死机的原因——由于

下载线+接口电路

——制作实用的单片机编程器

文/杜敬仓

本文介绍的编程器可通过电脑并口对AT89S51、AT89S52单片机进行编程，软件功能齐全，可以对支持的器件进行包括加密、读程序存储器、读签名字节在内的各种操作，软件的操作方便，除了支持本文中介绍的两种下载线外，可在程序中设置管脚连接和初始的电平来支持相应的下载线。由于硬件已经尽量的简化，所以很容易制作成功，只要在电路板上空出相应的接口，就可以不用插拔单片机方便地实现程序的升级。

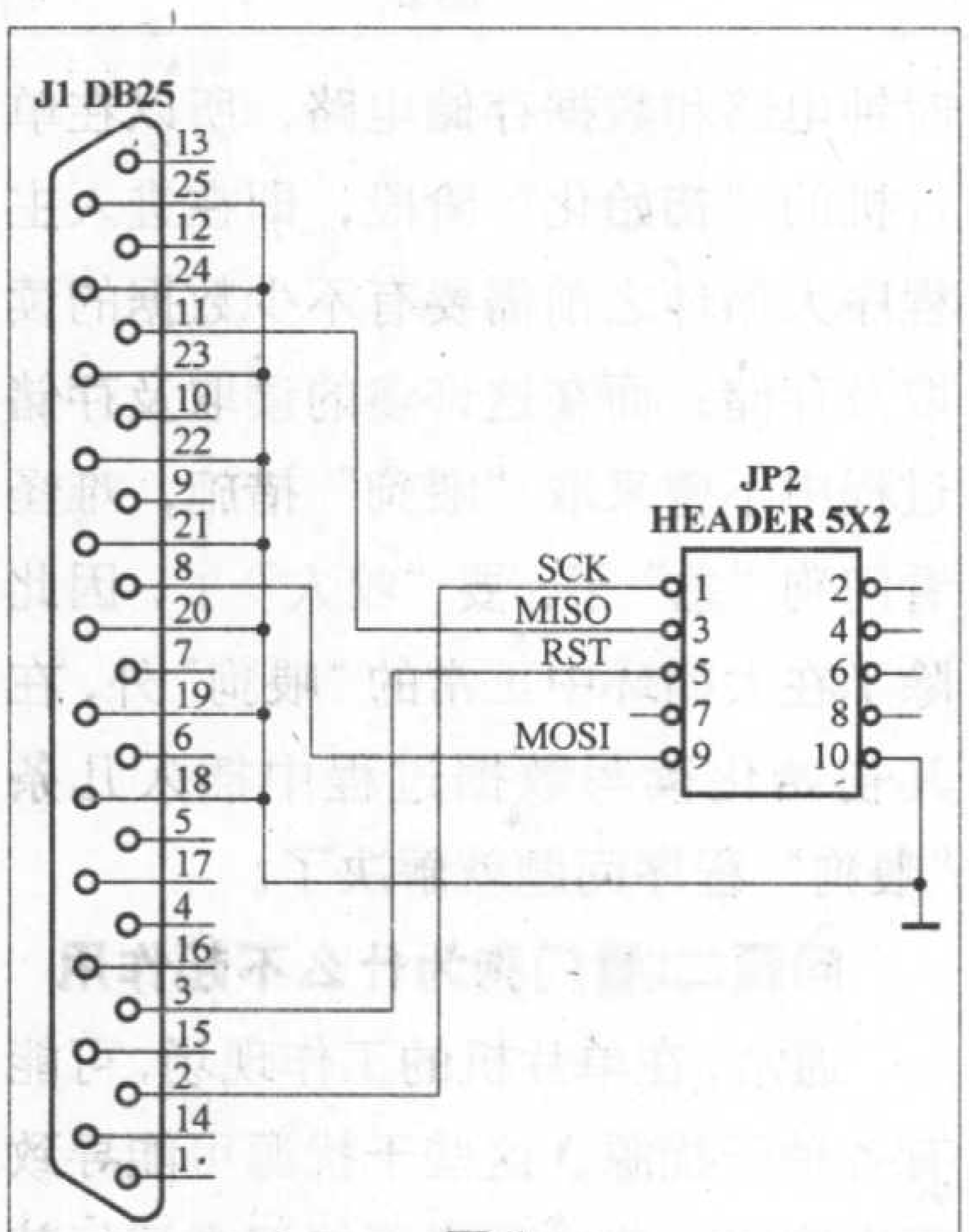


图1

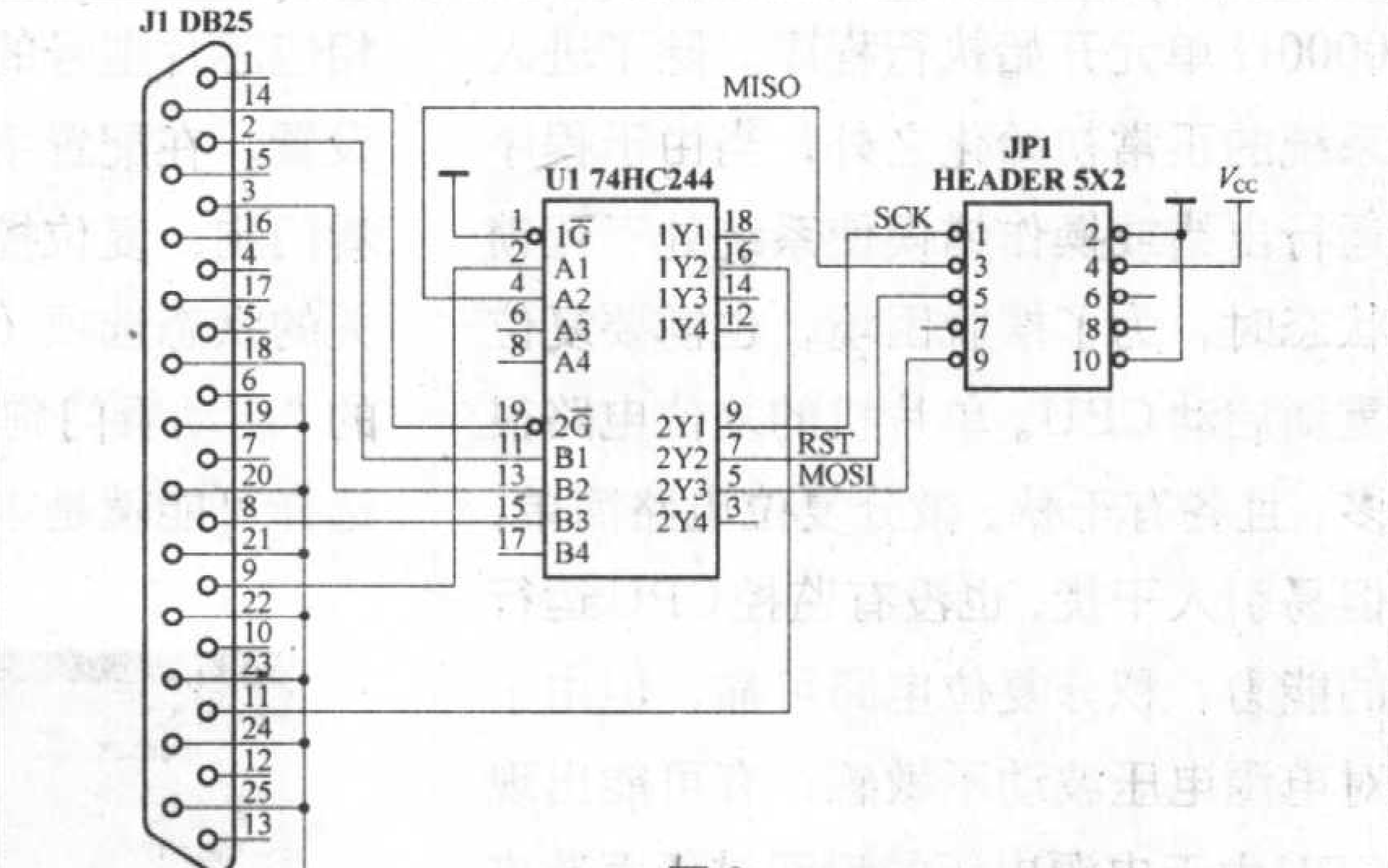


图2

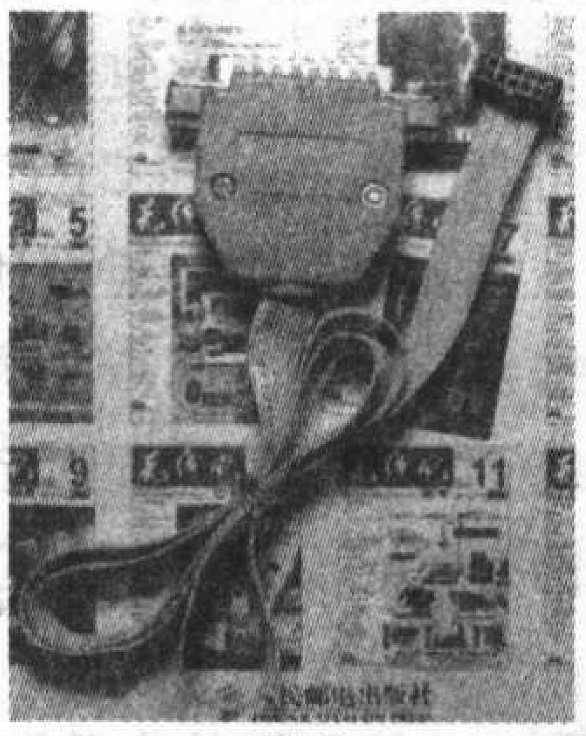


图3

下载线的制作

笔者将介绍两种下载线，一种是简化的版本，虽然电路非常简单，但是经过实际的制作和使用，性能一样能够满足要求，另一种加了缓冲隔离的电路，使用起来更加可靠。

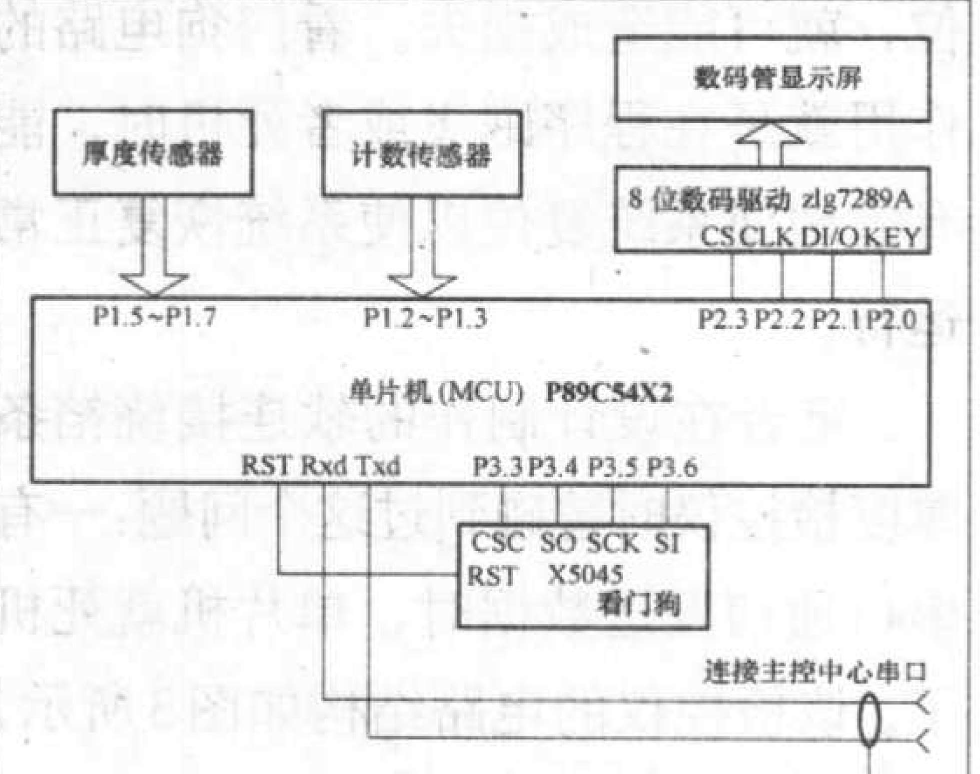


图3

在串行口中断服务程序里有一条ANL SCON,#0FCH指令，也就是有个“清零”串行口发送中断请求标志TI的操作指令，致使发送程序中JNB TI,$判断程序跳不出去而造成“死锁”。

原来，起初在用仿真器调试程序时对某些程序段作了“单步运行”的调试。顾名思义，“单步运行”就是一步一步地进行运行，当然，每步之间的运行都会有长短不一的时间间隔，这样如果打开“看门狗”，其定时器势必溢出，导致单片机常被复位初始化，为此在执行“单步运行”操作时就得关闭“看门狗”的作用，后来一直忘记了重新启用“看门狗”，以至出现上述问题。只要再改写X5045的状态寄存器的相关状态字就可激活启用看门狗了。

结语

在程序调试过程中若出现间歇周期性的或较有规律的“误动作”，往往可能是因为“看门狗”起作用，不断复位引起的。单片机的复位有内部复位、外部复位，“看门狗”也有内置“看门狗”与外置“看门狗”。例一中运用的是内部复位机制及内部“看门狗”，例二中的则是外部复位及外部“看门狗”。在启用“看门狗”时还要注意一点：根据程序环境的具体情况，需选择适当的“看门狗”定时器时间，否则会影响系统的运行功效。

图1和图2是下载线具体的电路图。

下载线图中的DB25连接到电脑上的并口，由电脑上的下载软件控制，产生串行编程的时序，把程序下载到单片机的flash程序存储区。SCK是串行编程时钟；MOSI是电脑输出，单片机输入，各种编程命令和编程数据信息由此管脚输出；MISO是单片机输出，电脑读入，要读出的信息如程序存储器的内容和加密位信息由此管脚输出。关于AT89S51和AT89S52的串行编程时序和命令读者可以看有关的器件资料。图3是笔者制作的下载线的实物图。

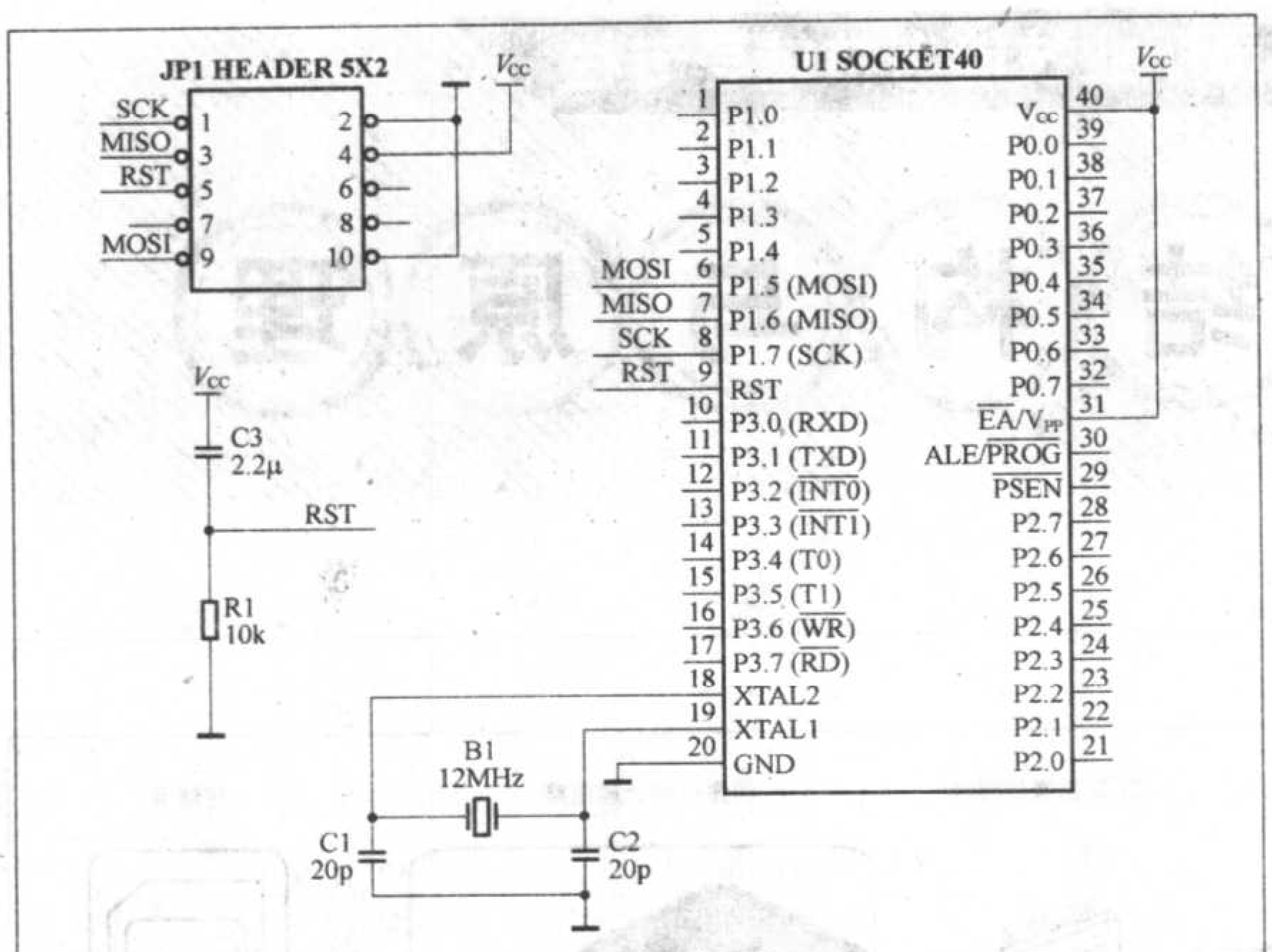


图4

图4是单片机编程时的接口电路图，JP1是10芯排针，下载程序到单片机中时，插上下载线，即可配合电脑中的相应软件进行程序的下载，图5为图4的实物图，采用IC插座，可以方便地取下单片机。读者也可以在自己的单片机电路中按图4加上编程接口，这样就可以在不拔下单片机的条件下进行程序改写，改好后可以马上运行。

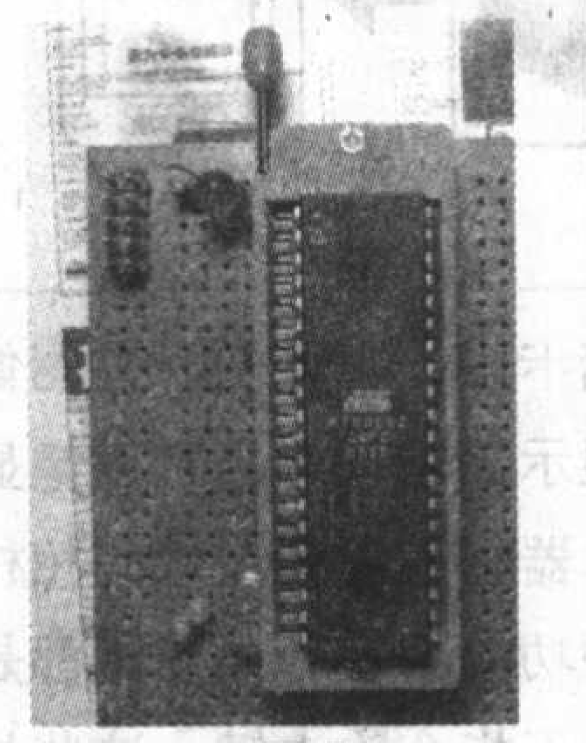


图5

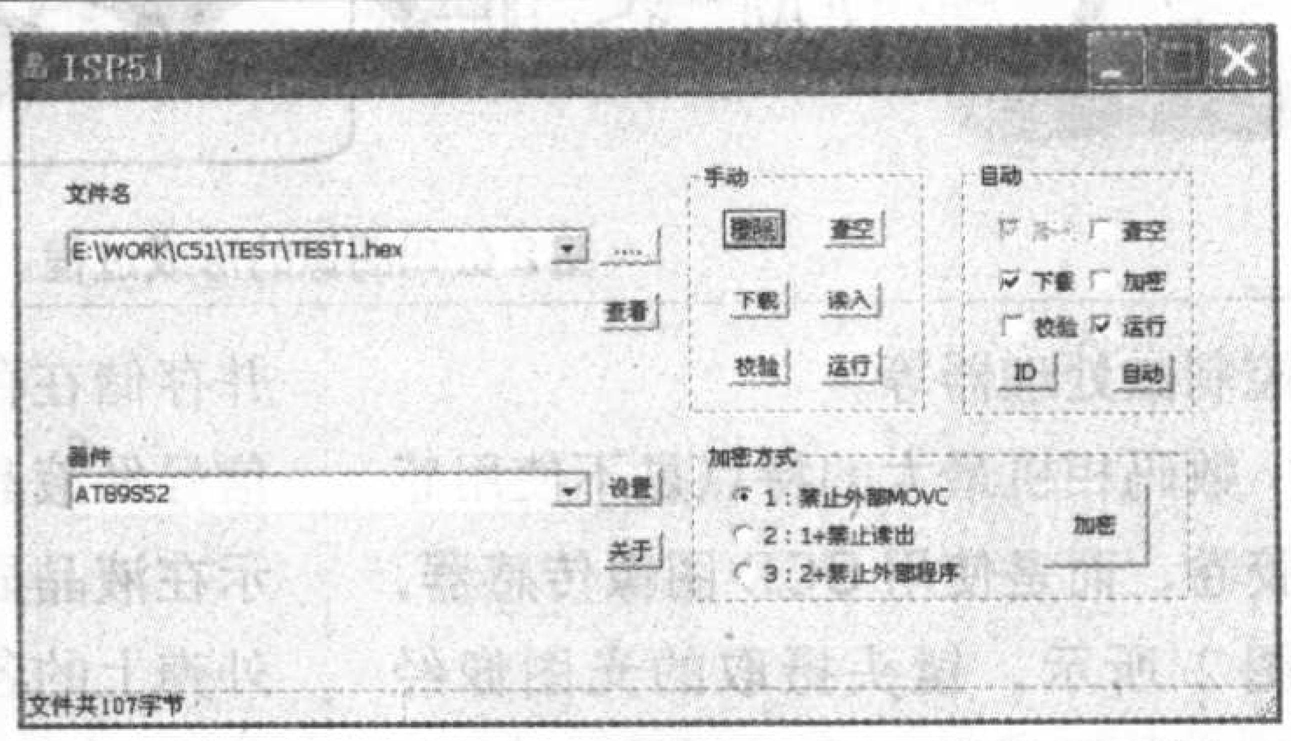


图6

软件操作简介

配合下载线使用的软件，运行时的界面如图6所示，编程操作分为手动和自动两种方式，手动方式可以完成程序的下载，程序的读入和下载完的程序的运行；自动方式可以自由改变操作的组合，而且改变将被记录，下次启动的时候会载入以前保存的设置。

下面对手动方式的各个按钮进行具体说明：

擦除：擦除程序存储区，每次下载程序前应该先擦除，操作进度将在状态栏提示。查空：如果程序存储区全为FF，则会在状态栏中提示器件已空，否则器件非空。下载：完成程序的下载，操作进度将在状态栏提示。读入：如果程序没有被加密为禁止程序读出，将读入程序存储区的内容，读完后将显示读入的内容。校验：完成文件内容和单片机程序存储区内容的比较，比较结果将在状态栏提示。运行：使单片机运行下载的程序。

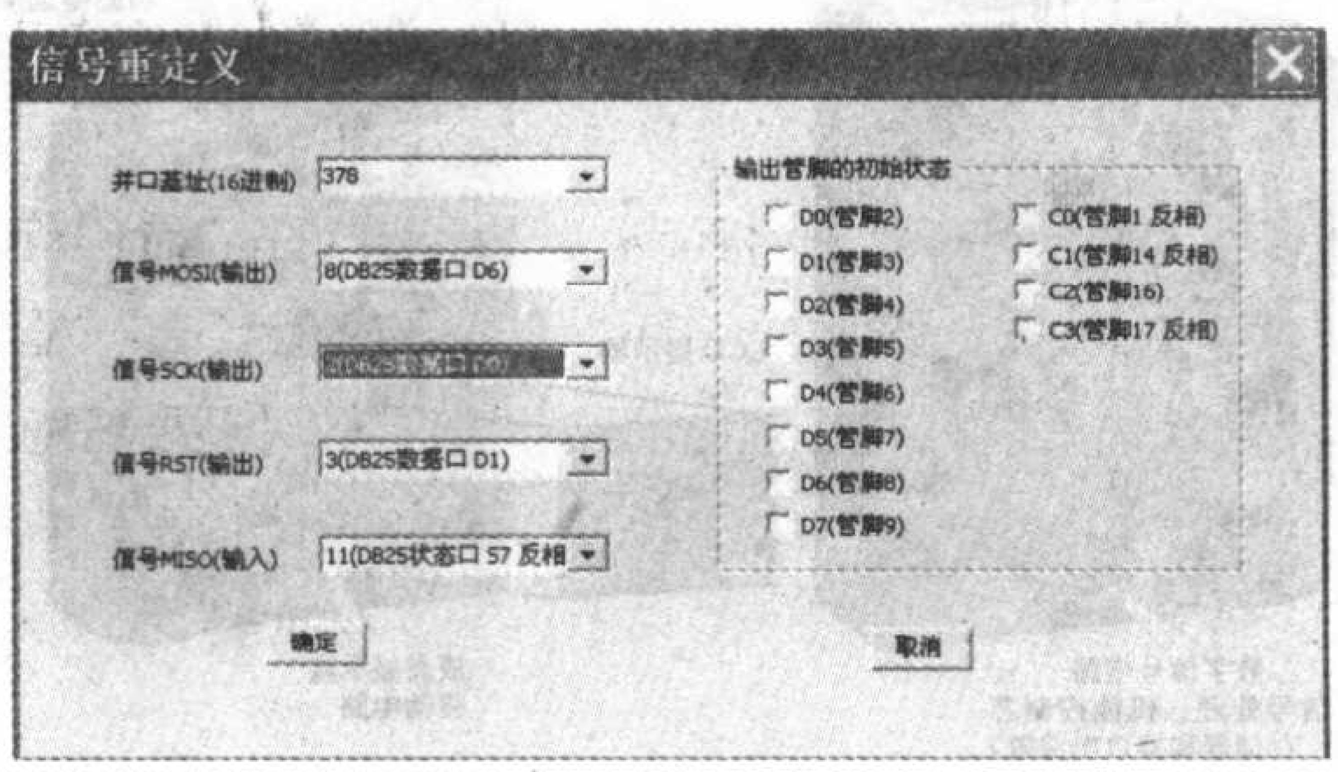


图7

如果硬件连接有问题，任何操作都会有失败的提示，这时候就应该检查硬件，排除故障后再操作。自动方式中的大部分功能都和手动中的相同，自动中的ID按钮读入器件的ID、签名字节和加密方式。加密有3种安全级别，其中方式2和方式3都会禁止读出程序存储区。

文件名下拉列表会显示最近操作过的5个文件，可以在右边的浏览加入新的文件。查看按钮，将显示文件的内容。器件下拉列表选择操作的器件，可以选择AT89S51或者AT89S52。设置里面完成管脚的配置和初始的电平，而且会被记录，下次启动时不必重新设置。设置界面如图7所示。如果采用前面介绍过的下载线，可以不必进行更改，如果用其他下载线就要进行设置，主要是把并口的管脚和相应的编程信号对应起来，可以在下拉列表的提示下完成，如果选择有重复，程序会提示重复定义。输出管脚的初始状态里可以分别设置各个管脚的初始电平，如果选中则初始为高电平，否则为低电平。设置完后按确定，就可以保存设置。

本文介绍的编程器方案硬件非常简单，只要连接正确都可以成功，软件使用起来也很方便，有兴趣的读者可以在本期配刊光盘中找到，希望可以为读者学习、开发单片机提供方便。

数码相机的结构与原理

文 / 韩广兴

一、数码相机的基本结构

图1是一个典型的数码相机(富士A101)，将侧面的固定螺钉卸下，即可将外壳分离。它的前部是镜头、闪光灯、取景窗、测光传感器窗口以及开关等，后部是液晶显示屏和操作键钮，中间的部分是CCD图像的传感器和数字图像信号处理电路。

目前市场上流行的数码相机品种型号很多，它们都具有精美的外形、高度精巧的机芯结构、大规模数字信号处理芯片、数字图像信号存储器和系统控制微处理器等。

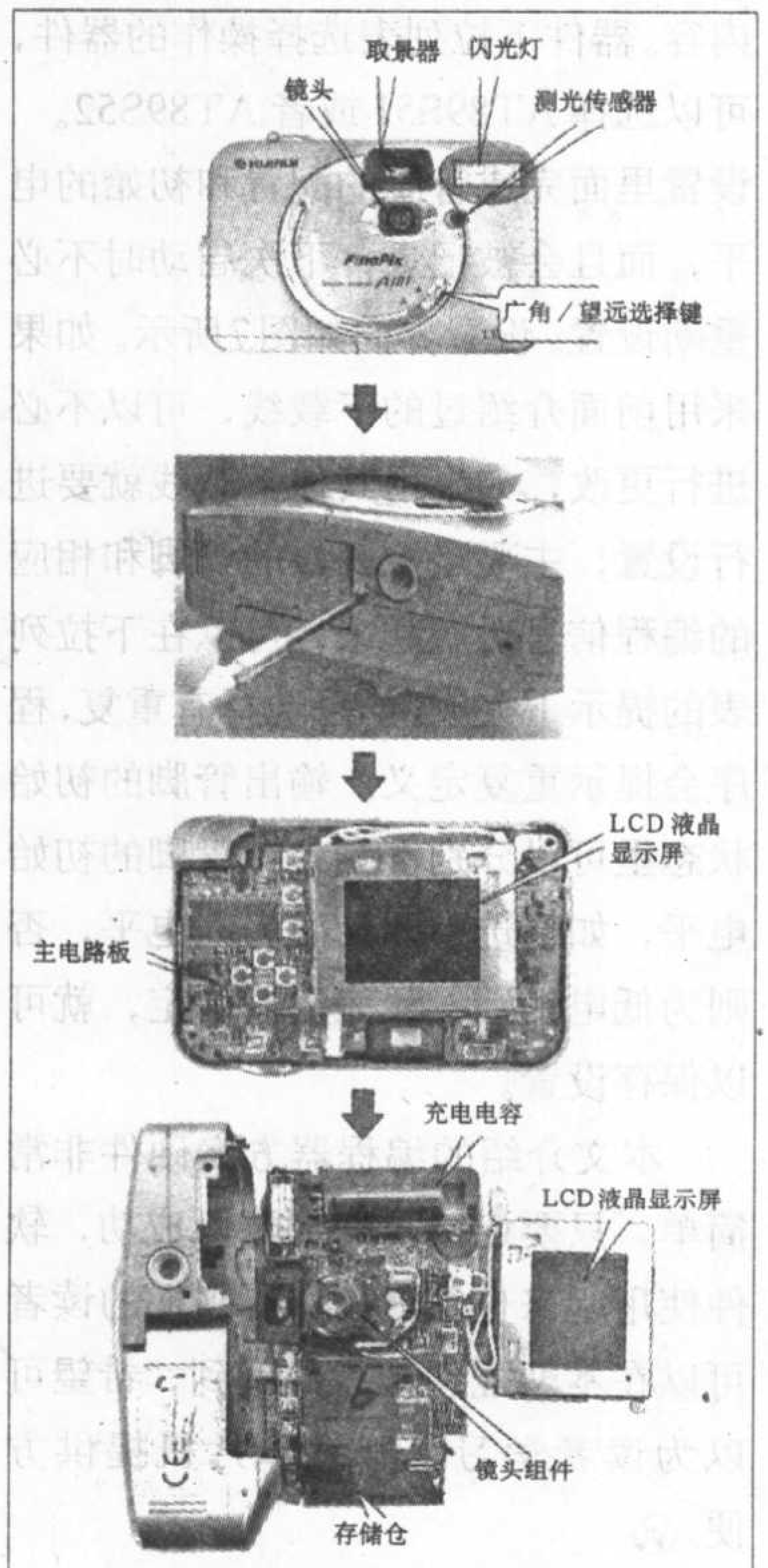


图 1 典型数码相机的结构

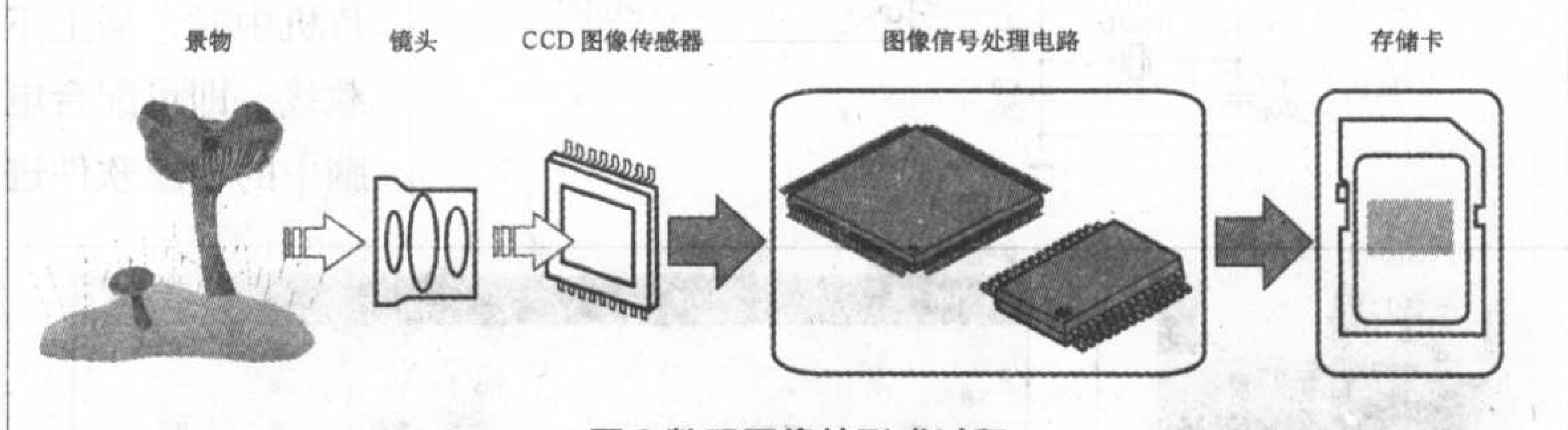


图 2 数码图像的形成过程

数码相机最大的特点是不使用感光胶卷，而是使用CCD图像传感器，如图2所示。镜头摄取的光图像经CCD图像传感器变成电信号，再经过数字信号处理芯片变成数字信号，这样就把拍摄的景场图像变成了数码图像信号。数码图像信号可以存储到图像存储卡上，也可以直接送到计算机上进行图像处理，还可以送到照片打印机打印出彩色照片。因而数字信号处理集成芯片和与它相关的电路是数码相机中极为重要的部分。此外，液晶显示屏及其图像显示信号处理电路也是数码相机很有特色的部分。

二、数码相机各组成部分的功能

图3是数码相机的内部透视图，由图可见，在镜头的后面设有CCD图像传感器，相机镜头对准景物时，景物的光图像会穿过镜头射到CCD的感光面上，CCD便会将光图像变成电信号即图像信号，图像信号经过数字处理电路变成数码图像信号并存储在存储卡中。与此同时，图像信号经液晶显示器驱动电路将图像显示在液晶显示器上。设置在数码相机外壳上的各种功能按钮和操作键都是数码相机的人工指令输入键。这些指令信号都送入设在相机内的微处理器，微处理器根据其内部的工作程序通过各种接口电路对各部件及电路进行控制，使整个数码相机的各部分协调工作。

图4是数码相机的功能方框图，从图中可以看到数码相机的主要组成部分，其结构和功能如下：

1. 光学部分

镜头是数码相机的光学部分，所拍摄的景物通过镜头照射到CCD图

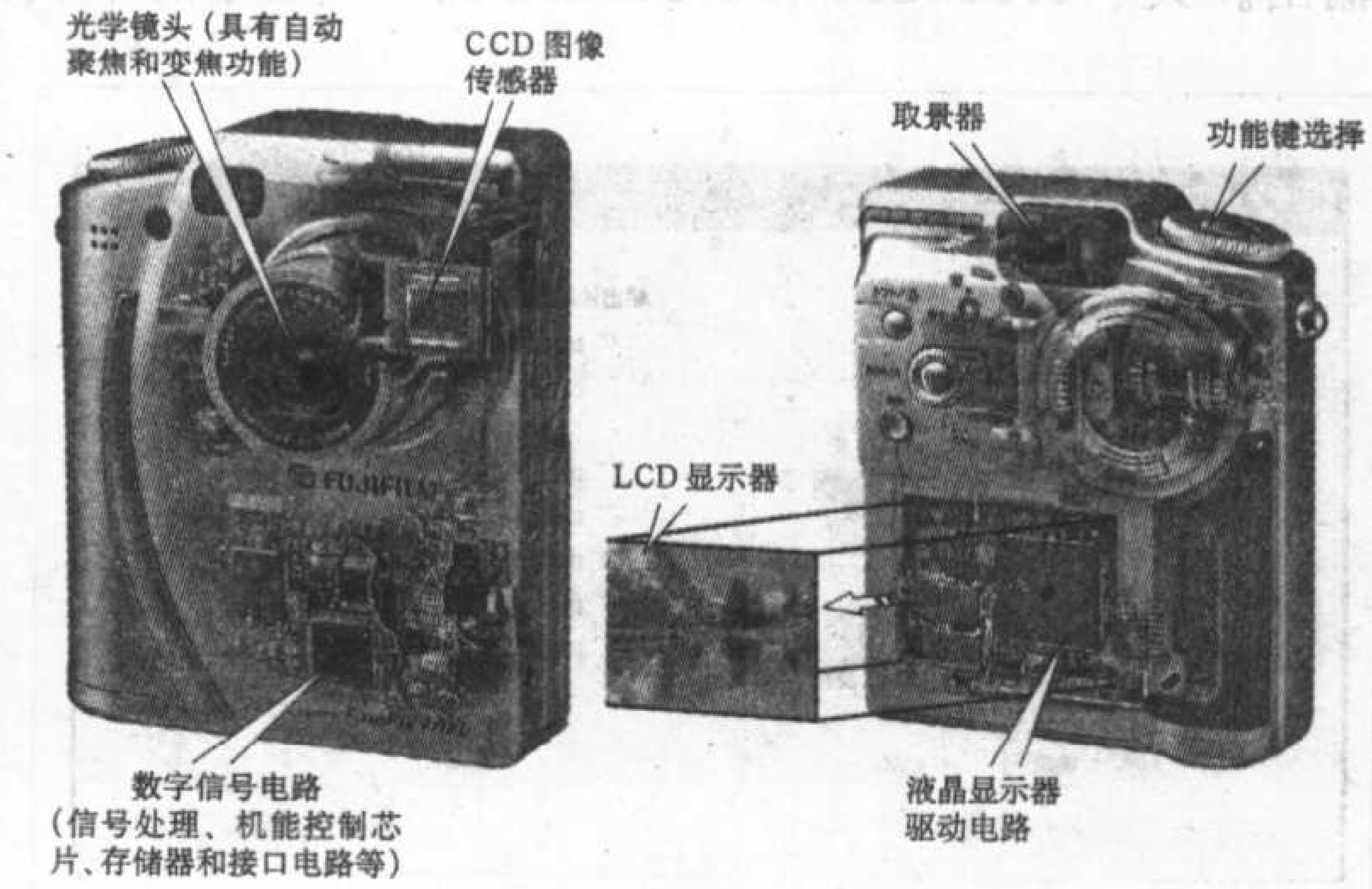


图 3 数码相机的透视图

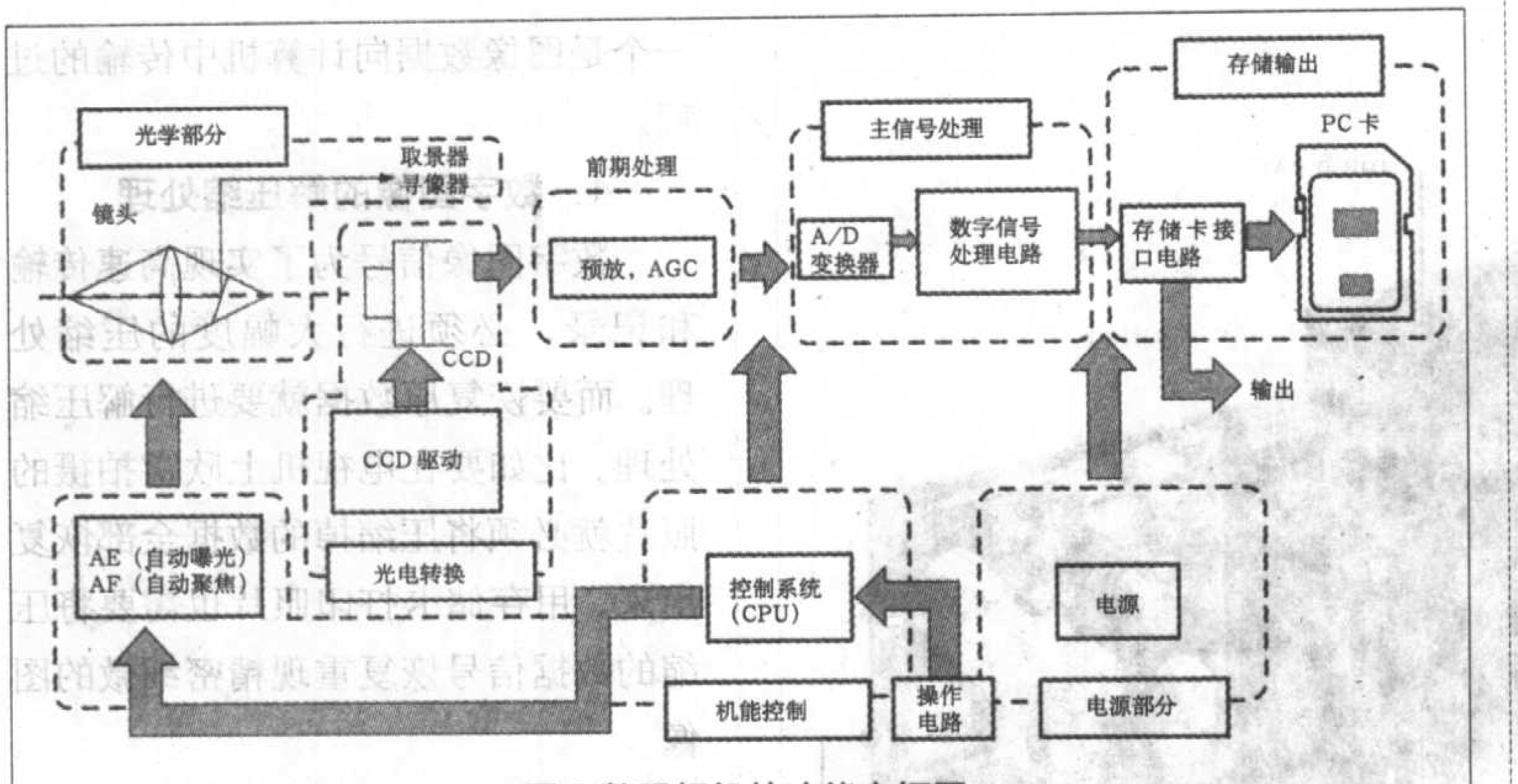


图 4 数码相机的功能方框图

像传感器的感光面上。同时，在镜头的旁边还有一个折射镜，它将一部分图像反射到取景器里，以便在拍摄时进行取景。

2．光电转换

光电转换部分由CCD图像传感器与其驱动信号产生电路组成。CCD图像传感器是数码相机中最重要的部分，它是数码相机的核心。它将光图像变成电信号输出，而在工作时必须有CCD驱动电路提供驱动脉冲，才能使拍摄的图像由二维的图像变成串行信号输出。

3．预放和AGC电路

由于CCD输出的信号比较微弱，所以在前期处理的预放电路中，要对它进行稳幅放大和消除噪声等处理。

4．主信号处理电路

经过预放以后，将信号放大到足够的幅度，在主信号处理电路中，首先经过A/D变换器将CCD输出的模拟信号变成数字信号，然后进行数字信号处理。在数字信号处理电路中，主要是进行数字信号编码以及数据压缩处理，这些电路都是大规模集成电路，此外还有一些与它相关的电路。

5．存储和输出电路

经过数字处理后，信号被送到存储卡接口电路，它将经过数字处理之后的信号，变成一幅幅的图像信号存储在存储卡上，也可以通过接口直接输出，所以它具有存储功能和输出功能。

6．电源部分

为了完成信号的处理，要有一个电源供电电路，它可以使用电池，也可以使用直流变换电源，电源供电电路是给数码相机里面的电子线路（晶体管、集成电路）及驱动电路等供电的。

7．机能控制

控制系统与AE（自动曝光）、AF（自动变焦）、操作电路（人工指令输入）等构成了数码相机的机能控制电路。整个数码相机的功能是由控制系统来完成的，控制系统主要由微处理器构成，它通过控制接口电路对信号处理电路、存储电路及CCD驱动电路进行控制。它还可以对图像的选择、景物的选择、拍摄等各种机能进行控制。

另一个重要的控制环节就是AE（自动曝光）和AF（自动聚焦）。因为数码相机在对准景物时，景物的远近、取景的大小都是会变化的，所以必须使镜头紧紧地跟踪所要拍摄的目标。自动聚焦控制电路通过对焦距的检测，借助于聚焦电机对镜头进行控制，同时还要通过变焦电机、对焦镜头进行控制，从而实现对景物的放大与缩小。

8．其他部分

还有一个环节就是光圈，光圈控制是通过按钮给控制电路传输人工拍摄指令，然后由控制电路将控制光圈的信号送到光圈机构，使光圈在拍摄时按预定的时间进行开合，以便取得想要的数码图像。

三、数码相机的工作原理

1．光学系统

数码相机的光学部分主要由镜头和取景器（寻像器）构成，镜头的功能是将相机对准的景物图像照射到CCD摄像元件上，不论是数字相机还是传统相机，只要是用来拍摄就必须首先摄取所拍摄景物的光图像信息，这是进行拍摄的前提保证。

光学镜头系统是光学部分中的核心组件，如图5所示，其结构主要包括镜头、保护玻璃、透镜组件部分、光圈快门、光学低通滤光器以及红外截止滤光器和CCD保护玻璃等。

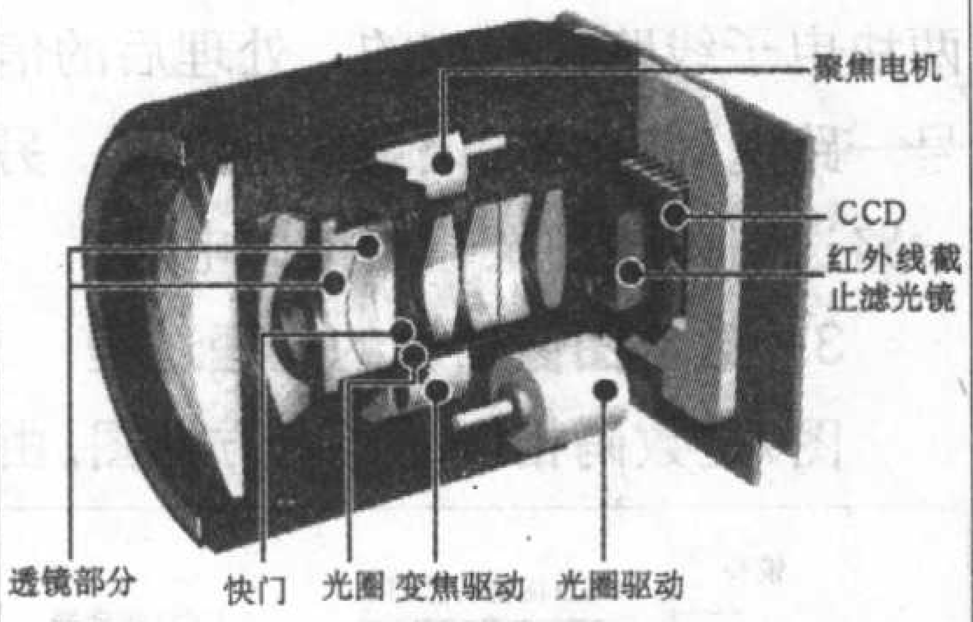


图 5 光学镜头系统的结构示意图

透镜组件部分是由许多独立的磨光玻璃凸透镜等镜片组合构成的，它的主要作用是把光图像会聚到CCD图像传感器上。由于透镜都存在球差和色差，会严重影响成像质量，为了提高成像质量，采用了非球面透镜组合。非球面透镜组合不但可以消除球差，而且还可以有效减少透镜的数量，使得成像质量明显提高。

2．数字图像处理电路的构成

图6是数码相机的数字图像处理电路，它安装在数码相机的机壳中。拍摄照片时，景物的光图像通过镜头照射到CCD图像传感器上，CCD将光图像变成电信号送到图像信号的预放和AGC电路，然后再送到数字信号处

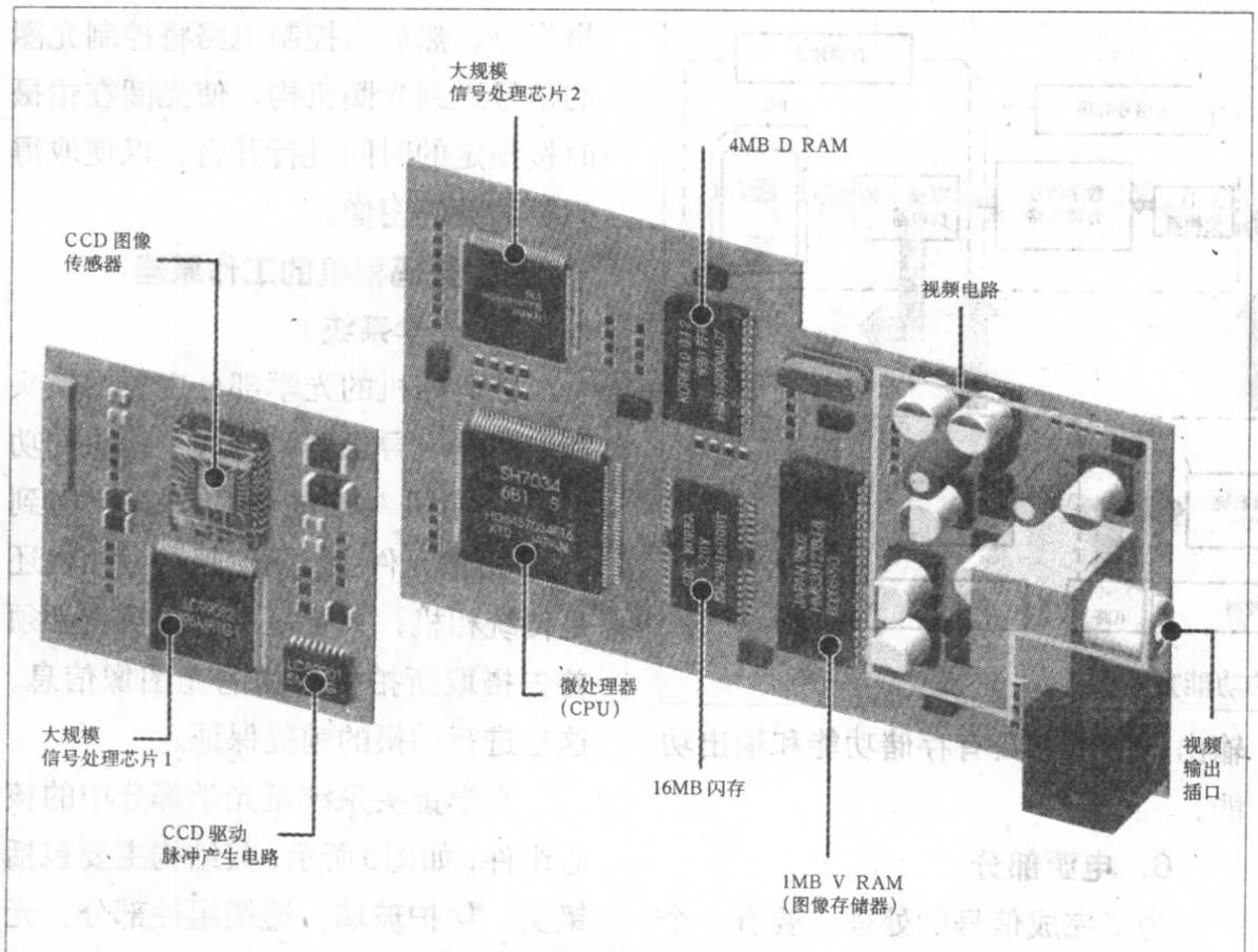


图 6 数字图像处理电路的构成

理电路进行处理。由图可见，它是由两块电子线路板构成的，处理后的信号一路送到存储卡记录接口电路，另一路送到视频图像输出接口电路。

3. 数字图像信号的处理过程

图7是数码相机的电路方框图。由图可见，它主要由两个大规模信号处理集成芯片构成。LSI-1、LSI-2是两个主要的信号处理电路。此外还有整机控制的微处理器（CPU）电路和存储器电路。它的工作过程主要分两个，一个是数码图像的压缩和记录过程，另一个是图像数据向计算机中传输的过程。

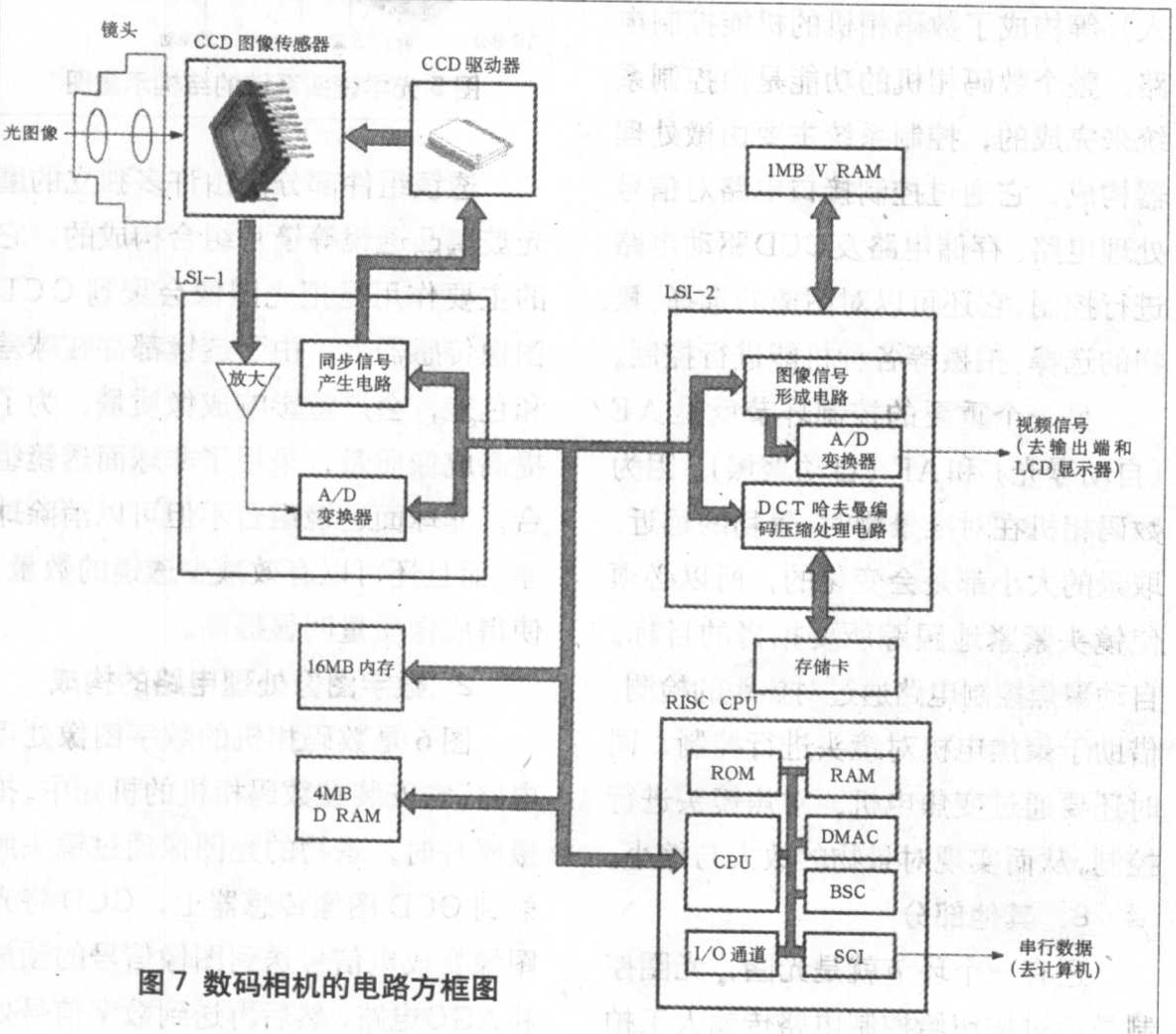


图 7 数码相机的电路方框图

4. 数字图像的解压缩处理

数字图像信号为了实现高速传输和记录，必须进行大幅度的压缩处理。而要恢复原数据就要进行解压缩处理。比如要在电视机上欣赏拍摄的照片就必须将压缩掉的数据全部恢复出来，用存储卡打印照片也需要将压缩的数据信号恢复重现精密细微的图像。

5. 图像信号的压缩和扩展电路

扩展电路就是解压缩处理电路。在数码相机中，压缩和扩展电路往往是制作在一起的。

由 CCD 输出的图像信号经图像信号处理电路进行预放、消噪和稳幅，然后由A/D变换器变成数字信号，数字信号送到数字处理和 Y/C 分离电路。图像信号分离成亮度信号 Y 色差信号后，还要进行黑电平设定、轮廓校正和色彩增强等处理，经存储控制器（大规模集成电路LSI）存入外部存储器中。

最终压缩的数据信号，经过存储卡接口电路IC后记录到存储卡上。在存储记录卡上设有管理信息区和数据信息区，被压缩处理后的图像数据要记录到存储卡的数据区。

上述过程是图像数据压缩处理和记录的过程，如果需要从存储卡上读出信息，则进行与上述过程相反的处理，即数据信息的扩展还原过程。

数字相机的清晰度是与其图像传感器CCD的像素数相关联的。过去百万像素的CCD是高档极品，而目前几百万像素单元的CCD已成为普及型机的流行器件，今后还会向着像素数更高的方向发展。与此同时，CMOS型低耗能的器件也将与CCD并驾齐驱。

如何创建特殊元件的封装

文 / 黄培根

上两期笔者介绍了利用 Protel 的“元器件封装制作向导”来创建常用电子元件封装的方法，但是我们在业余制版时会碰到许多特殊的、专用的元件，比如电视机的“行输出变压器”、“声表面波滤波器”，收音机的“中周”等，这些特殊的专用元件封装，Protel 元件封装库中就没有。其实，通过 Protel 99. SE 的“元器件封装制作向导”功能也能解决，而且非常简单方便。只要掌握了这种方法，业余电子爱好者就可以创建任何自己所需要的其他元件封装。下面先介绍创建“声表面波滤波器”封装的方法。

1.创建“声表面波滤波器”封装

(1)先实物测量“声表面波滤波器”，其 5 只管脚之间示意尺寸如图 1 所示，经折算2.5mm ≈ 102mil，5mm ≈ 204mil。

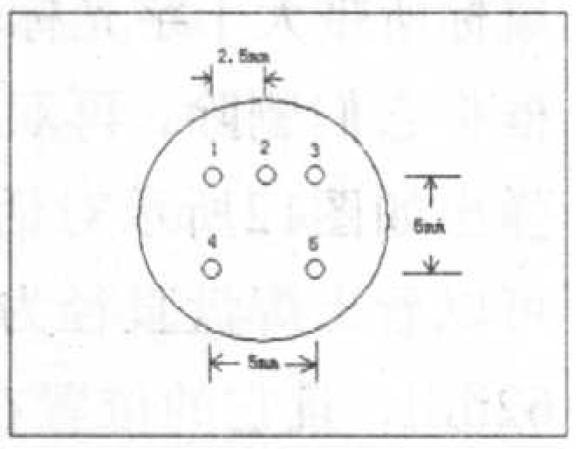


图 1

(2)在“其他.LIB”文件设计窗口下(注：创建“其他.LIB”文件内容请读者参阅本刊今年第一期的本系列文章)，先单击左边设计管理器下的“Browse PCBLib”按钮，再单击菜单“Tools/New Component”，仍出现“元器件封装制作向导”对话框，单击“Next”按钮进入“元器件封装类型选择”对话框，仍选择“Capacitors(电容)”，单击下方“Next”按钮进入下一步。

(3)接下来是“电容类型选择”对话框，仍用默认类型针脚式，直接单击下方“Next”按钮进入“焊盘尺寸设置”对话框，也将焊盘直径改为 80mil，将钻孔直径改为 32mil，单击“Next”按钮进入“焊盘间距设置”对话框，将焊盘间距改为 102mil，如图 2所示，单击“Next”按钮进入下一步。

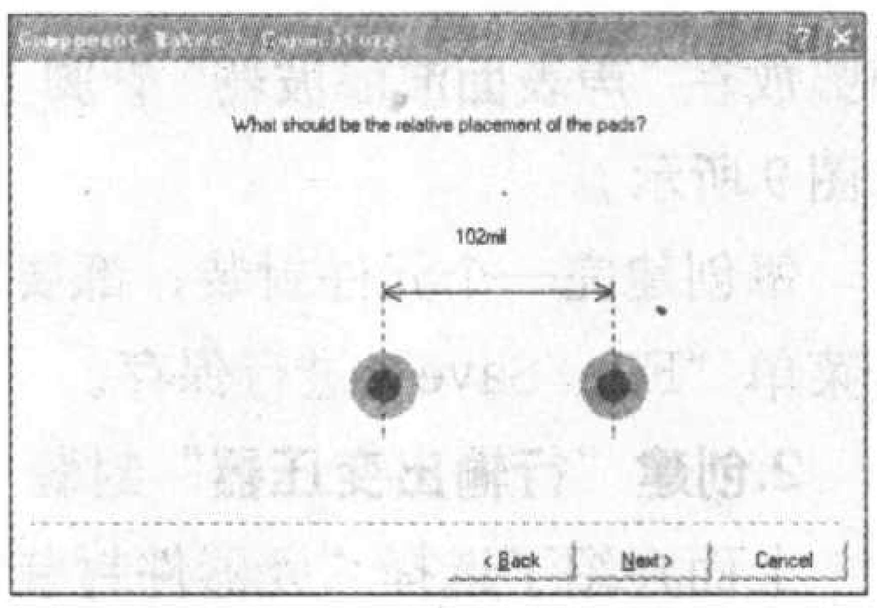


图 2

(4)进入“电容类型选择”对话框，直接单击“Next”按钮进入“新元器件封装连接导线宽度设置”对话框，单击“Next”按钮进入“新元器件封装名称设置”对话框，输入“声表面波滤波器”，如图 3 所示，单击“Next”按钮进入下一步，再单击“Finish”按钮。

(5)单击菜单“Edit/Delete”，用鼠标所带大十字光标单击各条黄色线框

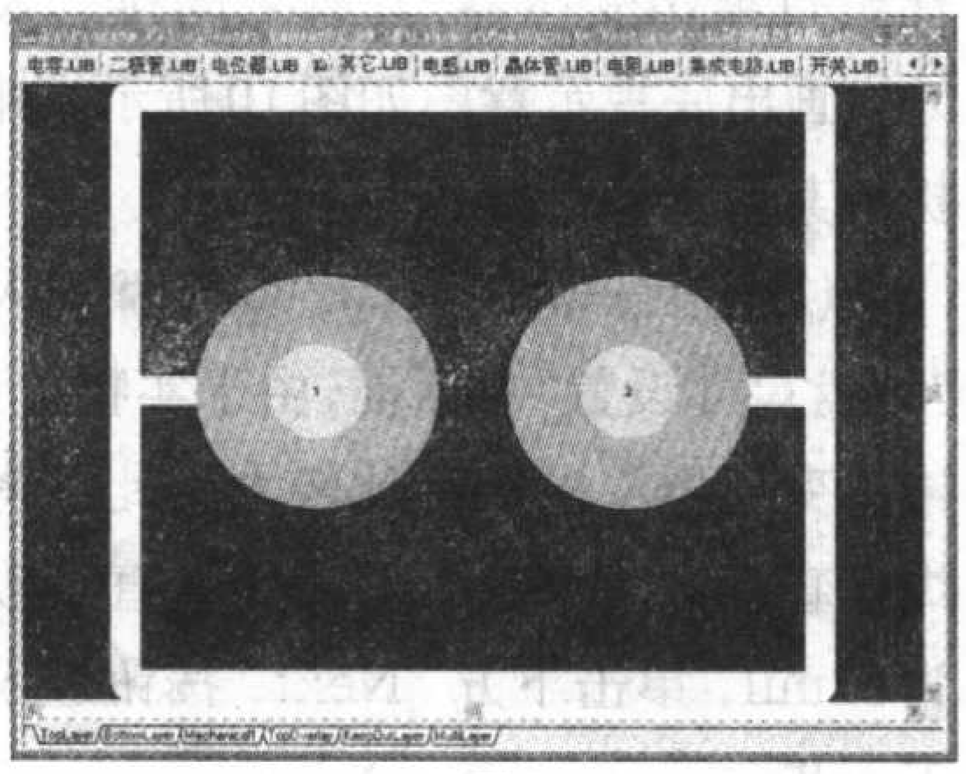


图 3

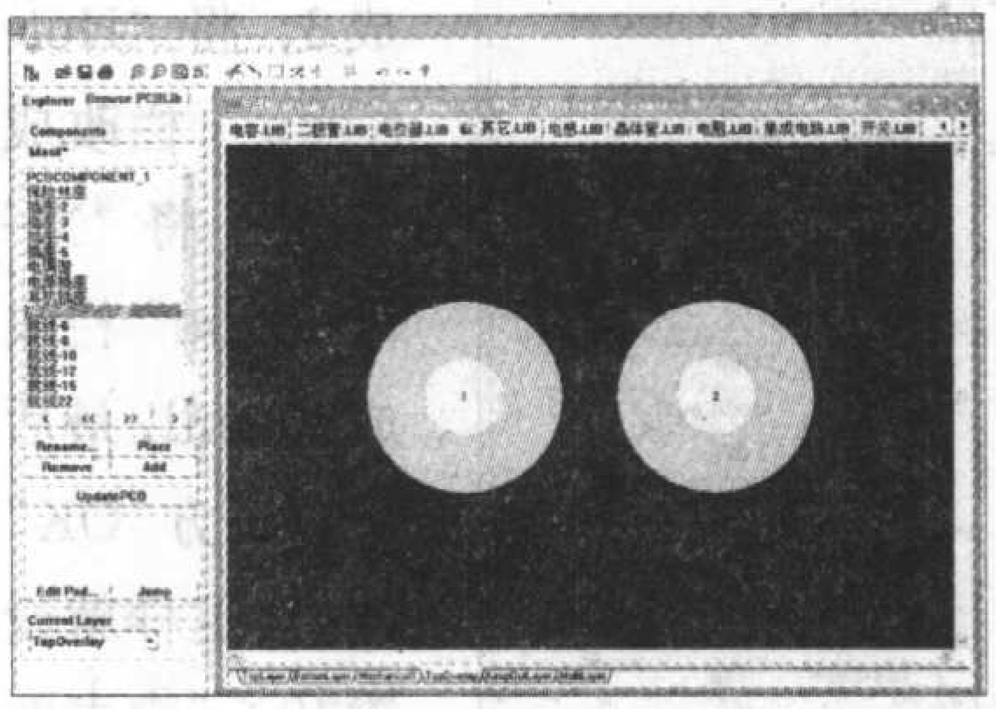


图 4

将它们删除，留下两个焊盘如图 4 所示。

到此为止，我们利用“元器件封装制作向导”中的“元器件封装类型选择”对话框中的电容选项“Capacitors”来定位了“声表面波滤波器”的“1”、“2”两个管脚焊盘。特别是“1”号管脚焊盘，它的位置在设计窗口中，自动默认在原点，这一点很重要，它可以作为创建任何特殊、不规范元件的其他管脚焊盘的基准参考点。上面我们实物测量出“声表面波滤波器”的“1”、“2”两脚间距2.5mm，所以上面第(3)点中，我们将焊盘间距改为 102mil，这样就确定了“声表面波滤波器”的“1”、“2”两个管脚焊盘位置。

(6)在图4中，将左下角“Current Layer”栏下选为“TopOverlay”，再单击菜单“Place/Pad”，在窗口中大概位置放置“0”、“1”、“2”号3个焊盘，如图 5 所示。

(7)双击“0”号焊盘出现如图6所示对话框，将“X-Size”和“Y-Size”都改成 80mil，将“Designator”栏改

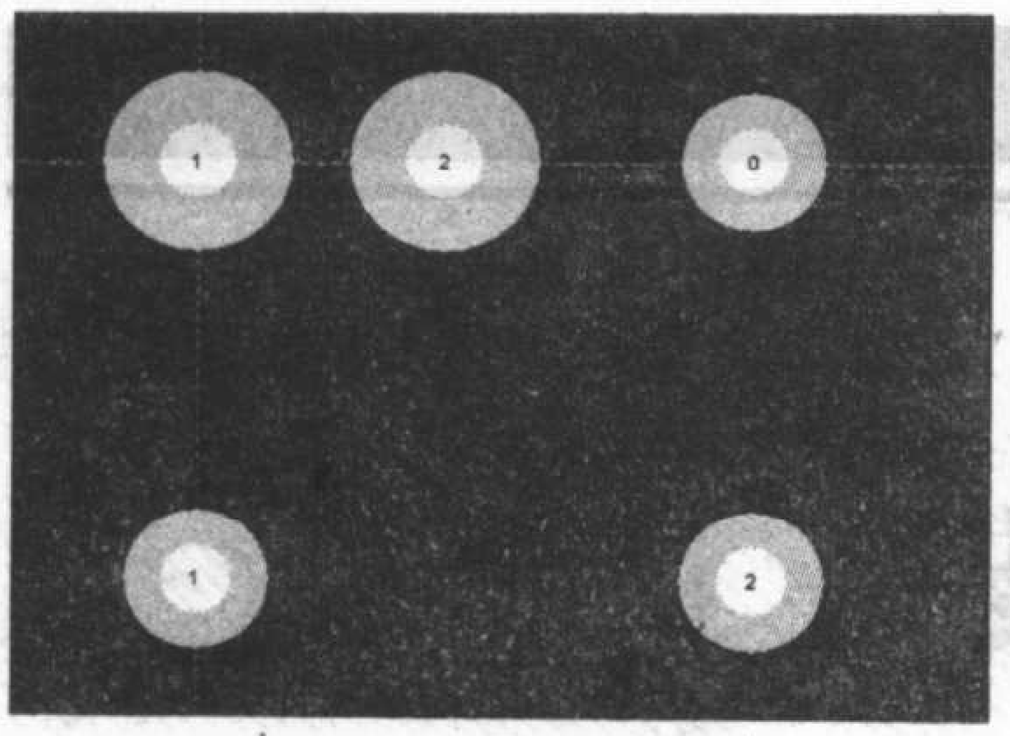


图5

图6

成3，将“Hole Size”栏改成32mil，将“X-Location”栏改成204mil，最后单击下方“OK”按钮，这样就设置好了“声表面波滤波器”的第3管脚。这里再设置第4管脚的“X-Location”栏数据为“0mil”、“Y-Location”栏数据为“-204mil”，第5管脚的“X-Location”栏数据为“204mil”、“Y-Location”栏数据为“-204mil”，这里的数据都是以“1”号焊盘为参考点，即离开基准原点的X轴、Y轴距离。对话框中其他内容参考第3管脚，读者可以自己练习设置第4、5管脚，完成后如图7所示。

(8)确保左下角“Current Layer”栏在“TopOverlay”下，单击菜单“Place/Arc(Center)”调出圆弧，同时按下“Tab”功能键，将出现的如图8所示对话框中的“X-Center”栏和“Y-Center”都改为100mil，将

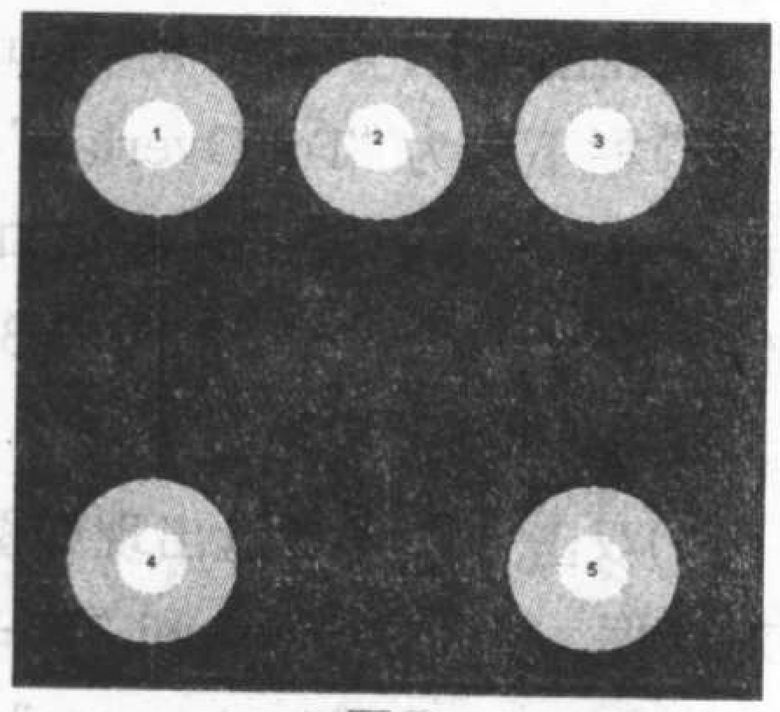


图7

“Radius”栏改为250mil，最后单击下方“OK”，将带着圆弧的鼠标移到“声表面波滤波器”管脚中心位置连击鼠标左键4次，将黄色

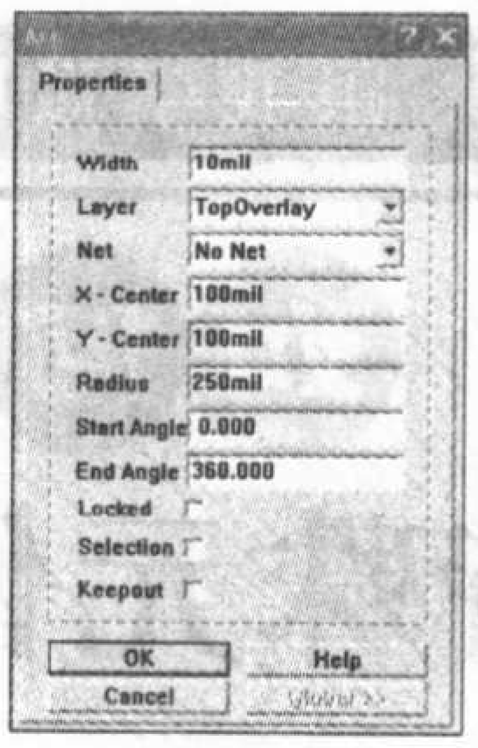


图8

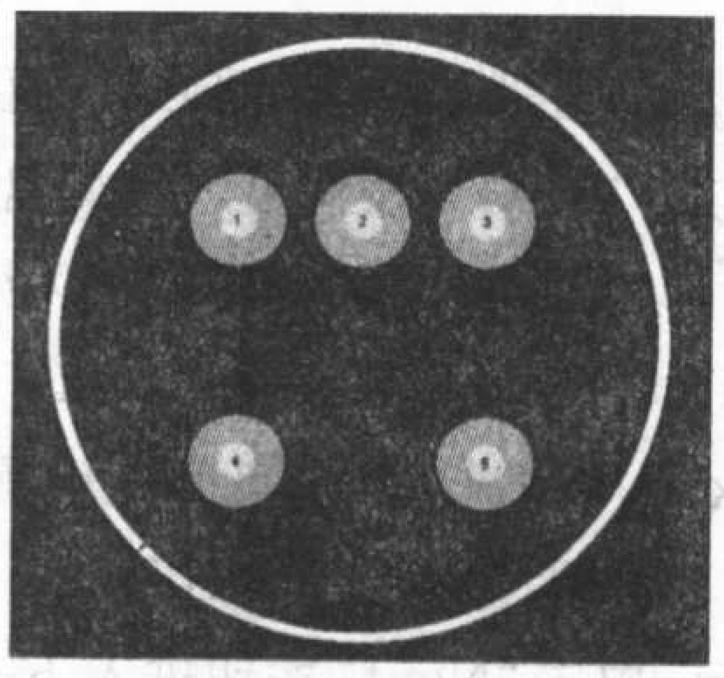


图9

圆弧放在“声表面波滤波器”管脚上，如图9所示。

每创建完一个元件封装，都要单击菜单“File/Save”进行保存。

2.创建“行输出变压器”封装

上面介绍了选择“元器件封装制作向导”的“元器件封装类型选择”中的电容类型“Capacitors”来创建新元件的封装方法，这实际上是利用了它的两个焊盘，只要先将新元件的管脚位置设计好了，再画上它的外形就成了它的封装形式。这种方法具有普遍意义，可以创建其他任何想要创建的新元件封装，下面就如何创建“行输出变压器”封装再作说明。

(1)仍需先实物测量“行输出变压器”(注：这里选的是5.5英寸小黑白电视机行输出变压器)管脚之间排列尺寸，画出底视示意图如图10所示，并折算其管脚位置数据。

(2)按上一例的第(2)、(3)步骤进入“焊盘尺寸设置”对话框，由于实物“行输出变压器”的脚径比较大，此处将焊盘直径改为120mil，将钻孔直径改为62mil，单击下方“Next”按钮进入下一步。

(3)进入“焊盘间距设置”对话框，根据折算数据，“行输出变压器”第8号管脚和第1号管脚相距为23mm，将焊盘间距改为939mil。单击“Next”按钮进入下一步。

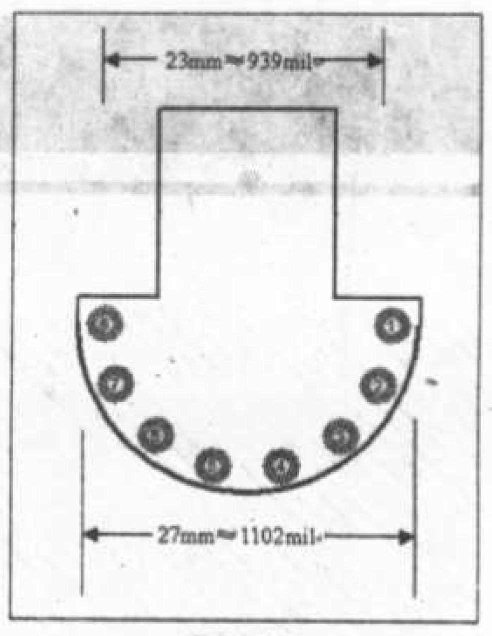


图10

(4)接下来是“电容器外形选择”对话框，直接单击“Next”按钮进入“新元器件封装连接导线宽度设置”对话框，仍直接单击“Next”按钮进入“新元器件封装名称设置”对话框，将文本栏中输入“行输出变压器”，单击“Next”按钮进入下一步，最后单击“Finish”按钮完成创建“行输出变压器”封装，如图11所示。

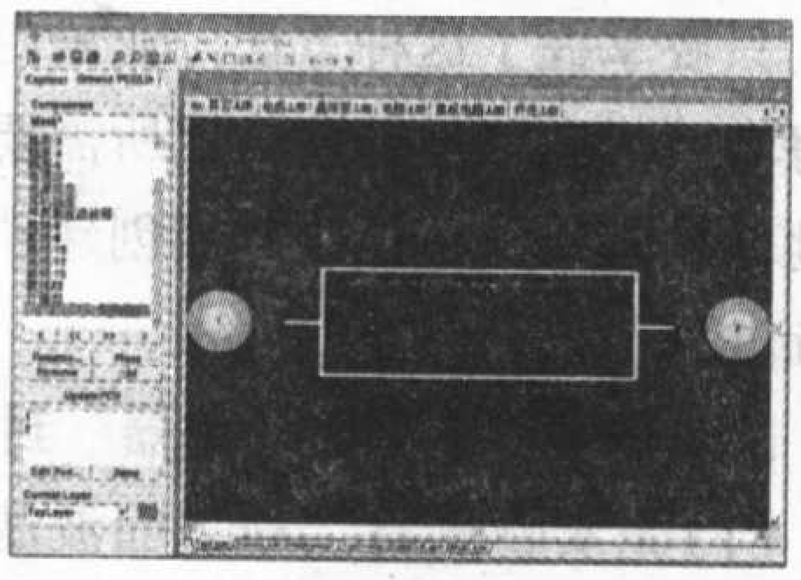


图11

(5)单击菜单“Edit/Delete”，用鼠标所带大十字光标单击各条黄色线框将它们删除，再双击“1”号焊盘，弹出如图12所示对话框。从框中我们可以看出焊盘直径为120mil、孔径为62mil，且它的位置在原点，即“X-Location”栏和“Y-Location”栏数据均为“0mil”，将“Designator”栏由“1”改为“8”，再单击下方“OK”按钮退出，我们就已经设置好了“行输出变压器”的第8管脚，如图13所示。

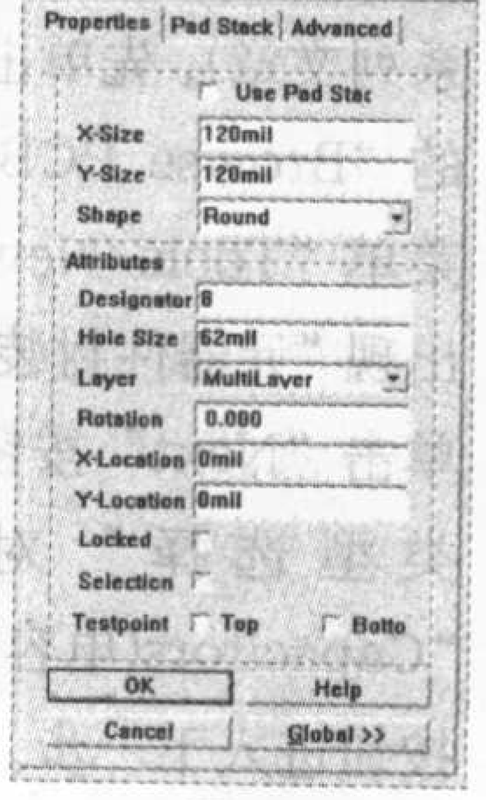


图12

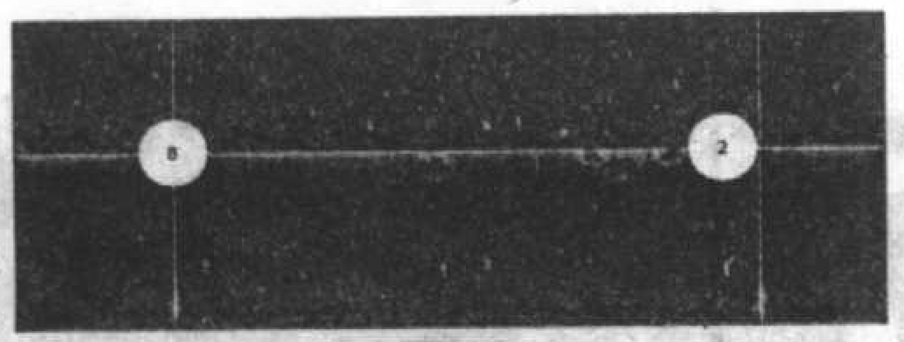


图 13

(6)单击菜单“Place/Pad”，在窗口中参考图10在大概位置放置“0”号至“6”号共7个焊盘如图14所示。

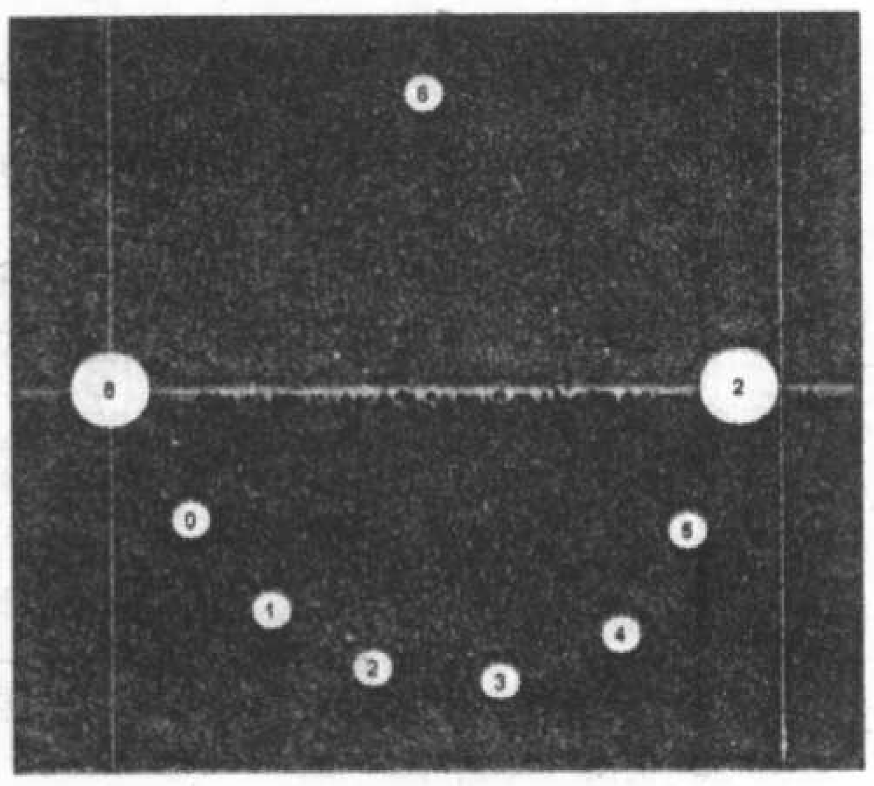


图 14

(7)依次双击各个焊盘，将弹出的对话框设置好，完成后如图15所示，其中“0”号焊盘是“行输出变压器”高频磁芯固定脚，设置数据如图16所示。

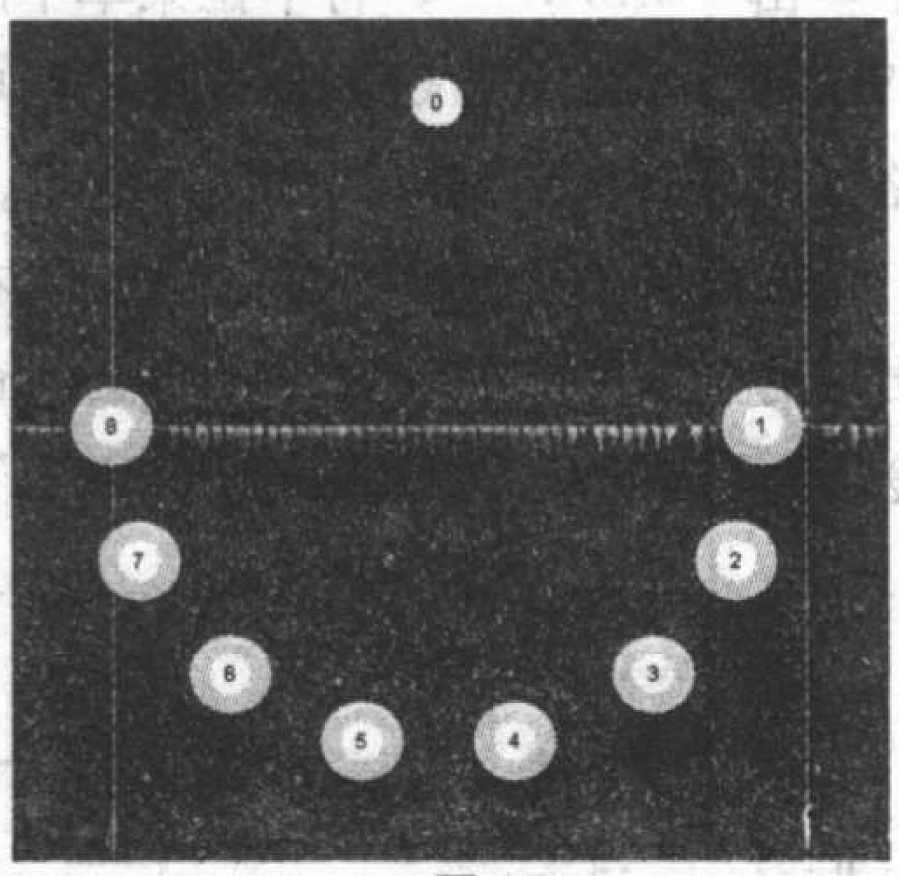


图 15

(8)确保左下角“Current Layer”栏在“TopOverlay”下，单击菜单“Place/Arc(Center)”调出圆弧，同时按下“Tab”功能键，将出现的对话框按图17所示设置，再单击下方“OK”按钮，将带着半圆弧的鼠标移到“行输出变压器”管脚中心位置，连击鼠标左键4次，将黄色半圆弧放好，如图18所示。

(9)再单击菜单“Place/Track”调出导线，将其他线框画好，设计完成的“行输出变压器”封装如图19所示。

图 16

(10)最后单击菜单“File/Save”进行保存。

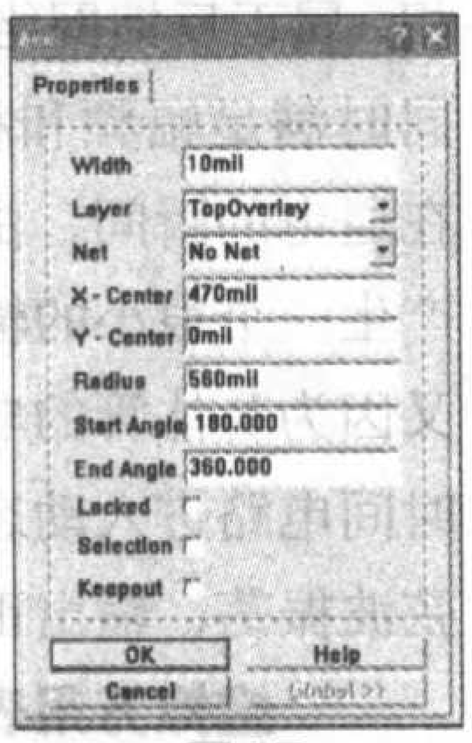


图 17

电视机中的行输出变压器形状比较特殊、管脚排列很不规律，用“元器件封装制作向导”也能创建，说明只要掌握了用“元器件封装制作向导”

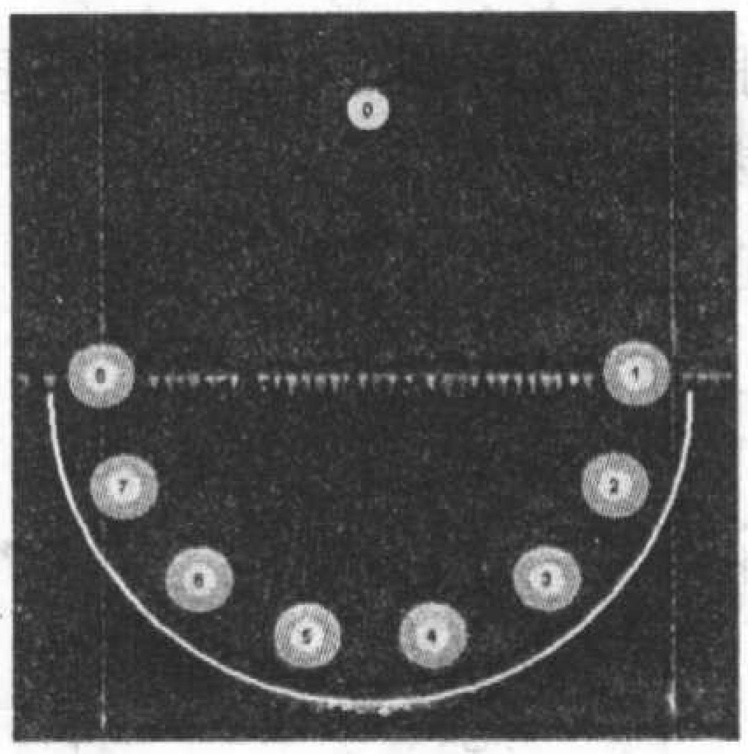


图 18

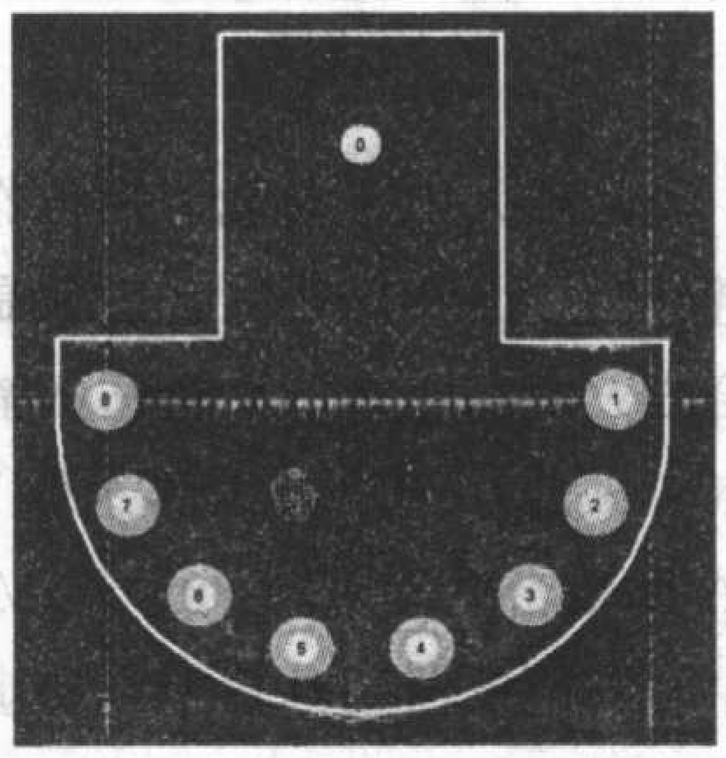


图 19

创建元件封装的方法，其实其他任何复杂电子元件的封装也都可以创建了。由于篇幅所限，本文仅举了两个例子，另将创建其他几种典型电子元件的方法、参考数据、彩色插图放入网站www.ttlcmos.com中，欢迎有兴趣的读者学习参考。

好书推荐

《无线电》汇编丛书

该书是从《无线电》杂志1999年以来所发表的众多无线电与电子制作文章中精选汇编而成，内容包括控制与报警、单片机与电脑接口、音响、通信、灯具与家电、电子玩具、仪表与电源和其他等8大类200个制作项目。这些项目既有传统经典的无线电与电子制作，又有体现时代特征的单片机应用与开发制作；既可以用于业余和课外电子制作活动，又可以用于改进家用电器的功能，还可以用于开发电子产品。

定价：32元　　邮购价：38元

该书是由1998年至2004年《无线电》杂志的“问与答”、“代换咨询热线”及“维修快易通”专栏的全部内容汇编而成的，共编入维修实例3000例。主要包括彩色电视机、收录机、录像机、音响设备、激光唱机及激光影碟机、摄像机、电子仪表、家用电器、计算机、通信等内容。这些维修实例语言简练，通俗易懂，既有故障分析与修理方法，又有元器件代换数据，其资料丰富，针对性强。该书是广大维修人员的必备工具书，同时也是广大无线电爱好者的参考书。

定价：35元　　邮购价：41元

该书主要介绍了在学习、应用电子技术时，应当了解和掌握的17类电子元器件的结构、分类、主要技术参数及在电路中的作用，并扼要地叙述了用万用表检测元器件性能的方法。另外，还介绍了晶体三极管和集成电路的代换常识及使用注意事项。该书主要是由《无线电》杂志上发表的文章精选汇编而成，其前身《无线电元器件精汇》出版后曾受到广大无线电爱好者的广泛好评，此次重新修订，保留了原书的精华，删除了一些过时的部分，补充了大量反映新器件、新技术、新应用的内容。

定价：34元　　邮购价：38元

以上图书各地书店有售，如果当地购买不到，可汇款至我杂志社邮购，邮购地址见本期第49页。

用 multiSIM 7 设计简易信号源电路

文 / 朱晓欣

本文中，笔者以一个简易信号源电路的设计为主线，结合电子仿真软件multiSIM 7的特点，重点介绍该软件的虚拟万用表、直流工作点分析、虚拟示波器功能。

设计任务和要求

设计一种简易信号源电路，输出频率为1kHz左右、幅值1V以上的正弦波信号，主要作为业余电子爱好者实验制作时的测试信号源。

正弦波振荡电路的选择和工作原理

能产生正弦波的电子电路有多种，这里选择由分立元件模拟电路组成的LC正弦波振荡电路。

LC正弦波振荡电路包含放大电路、选频网络、正反馈网络和稳频等四个部分。振荡电路根据反馈形式不同，有变压器反馈式、电感三点式和电容三点式之分。笔者选择电容三点式振荡电路如图1(a)所示，图1(b)为其交流通路示意图。

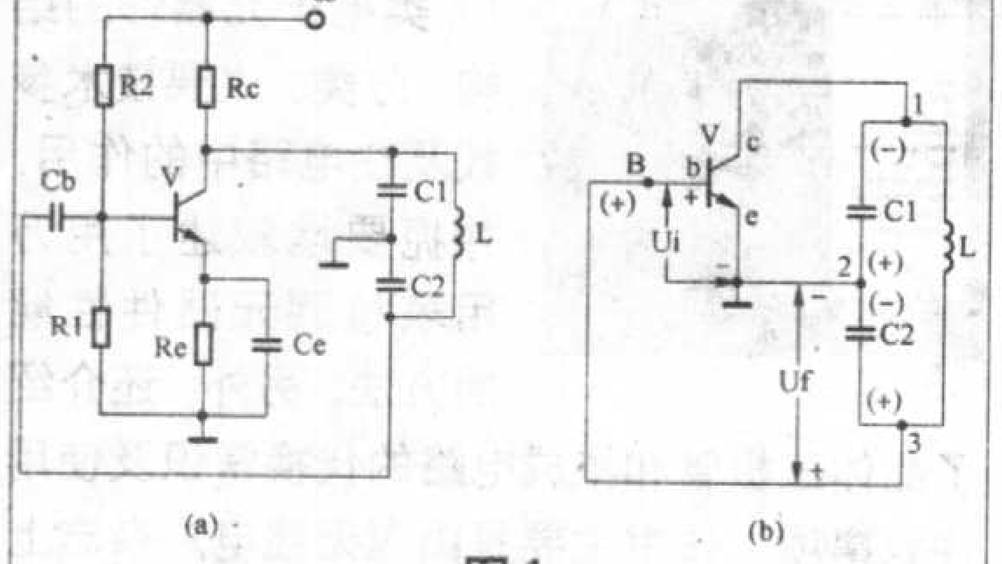


图1

由图可见，晶体管V和电阻R1、R2、Re、Rc组成分压式偏置放大电路，其负载为由L、C1和C2组成的选频网络。从交流通路的瞬时极性法可以看出输入信号 U_i 和反馈信号 U_f 同相，属正反馈网络。因为LC振荡电路同时满足幅频和相频两个平衡条件，在通电的瞬间，由于电扰动，电路会产生一个很小的输出量，经选频反馈，又因为晶体管的非线性特性，经一段时间电路进入动态平衡，即可产生正弦波振荡，输出正弦波信号。

虚拟万用表功能的应用

先在电子仿真软件multiSIM 7工作平台上建立如图2所示的LC正弦波振荡电路原理图。

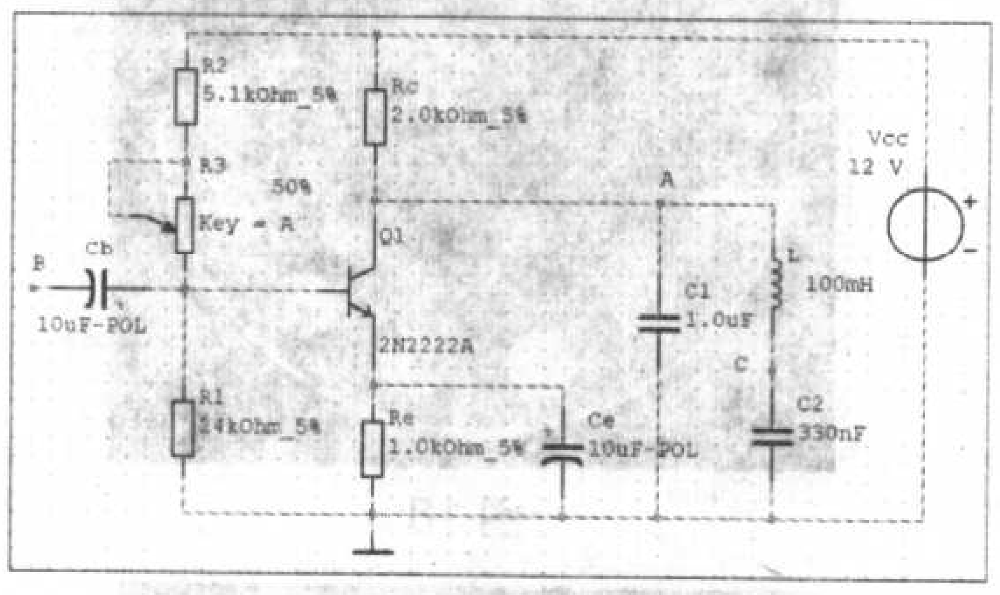


图2

任何放大电路要能正常工作，必须避开饱和区和截止区，也就是首先要给放大电路选择一个合适的静态工作点。一般小信号放大器选取 $I_{CQ}\approx$ 2mA比较合适，可从multiSIM 7基本界面右侧仪器工具栏中调出虚拟万用表并联在集电极电阻Rc的两端，开启仿真开关，并双击虚拟万用表图标"XMM1"出现放大面板，调成直流电压挡，再连续按键盘上的"Shift+A"键，电位器的百分比会递减下降，当电位器的百分比下降到36%时，虚拟万用表放大面板上显示4.047V，如图3所示。由欧姆定律可得 $I_{CQ}\approx 2mA$。

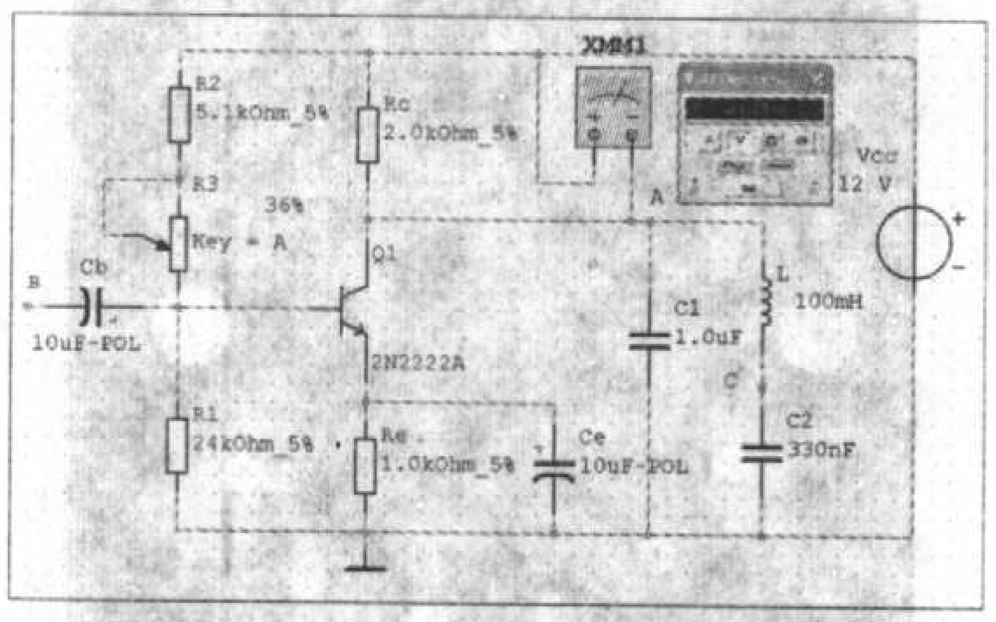


图3

直流工作点分析功能的应用

其他参数 V_{BEQ} 和 V_{CEQ} 等的测量，可启动电子仿真软件multiSIM 7的直流工作点分析功能获得，具体方法如下：

1.在电子仿真软件multiSIM 7基本界面窗口右击平台，在出现的菜单中单击"Show…"，将下拉菜单中的"Show node names"项选中，给电路加上分析节点编号，如图4所示。

2.再单击菜单栏中"Simulate"，在出现的下拉菜单中单击"Analysis"命令，然后选"DC Operating Point..."，

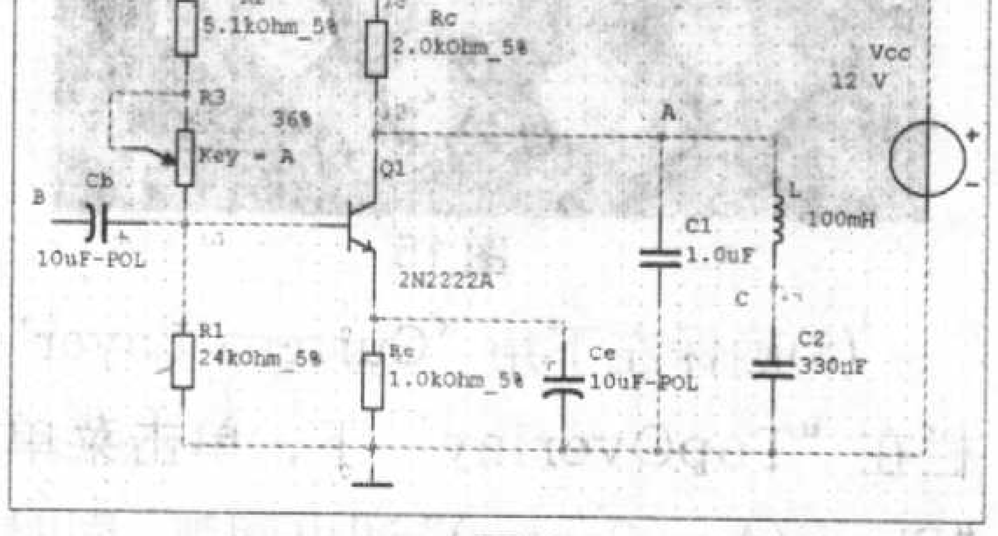


图4

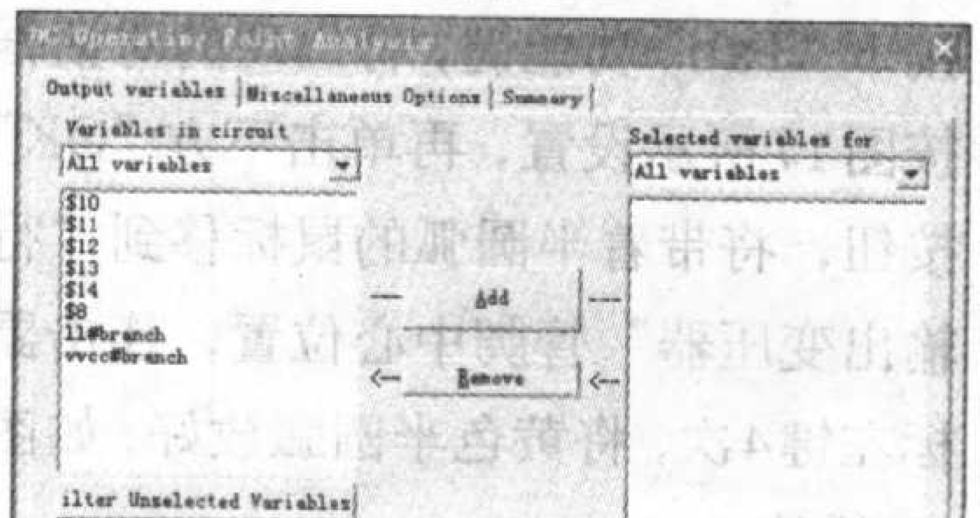


图5

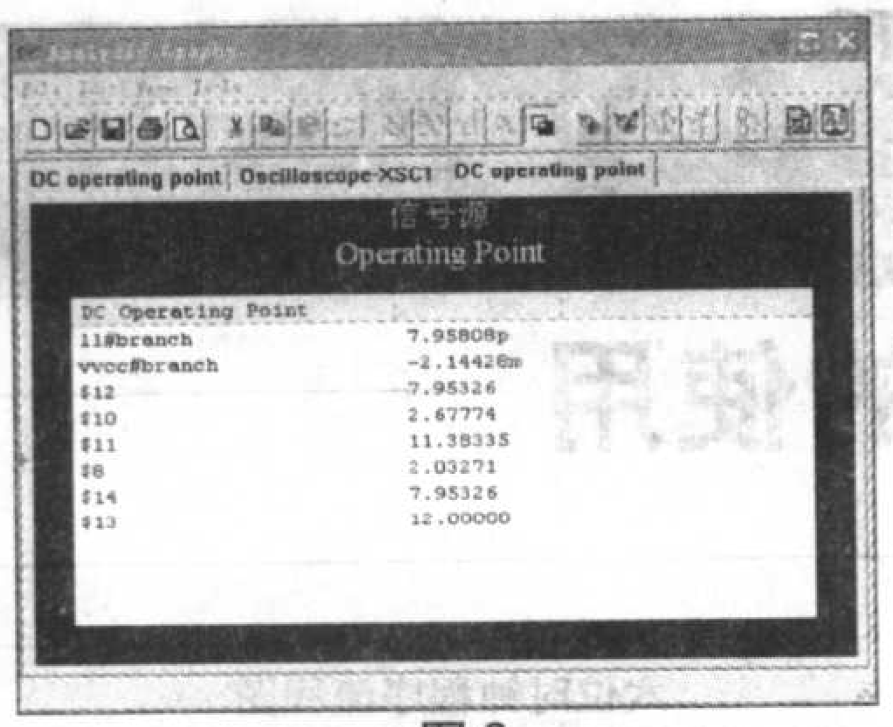


图6

将出现如图5所示的对话框。

3.该对话框左边列出了所有可供分析的节点、流过电压源的电流等变量。将其全部选中(反白显蓝)，然后单击中间“Add”按钮，将它们移到右边，再单击下方“Simulate”按钮，可出现分析结果数据，如图6所示。从图中读出有关节点对地电位可算出 $V_{BEQ} \approx 0.65V$，$V_{CEQ} \approx 5.92V$ 等。

实时测量探针功能的应用

其实，用multiSIM软件的特色功能“实时测量探针”，直接测量电路的静态工作点更加方便。

启动仿真开关后，从平台右下角调出“实时测量探针”，分别测量晶体管的e、c、b三个电极电压如图7所示，与图6中直流工作点分析的节点\$10、\$12、\$8数据有惊人的相似。

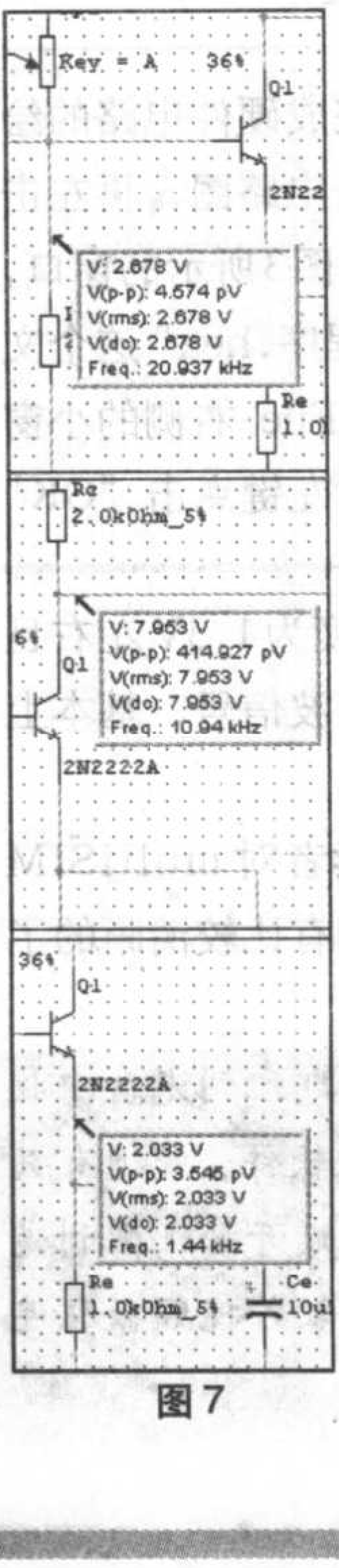


图7

虚拟示波器功能的应用

将电路中的B、C两点连通，从平台右侧调出虚拟示波器连好，如图8所示，开启仿真开关，双击虚拟示波器图标XSC1，可从放大面板上看见LC正弦波振荡电路波形如图9所示。

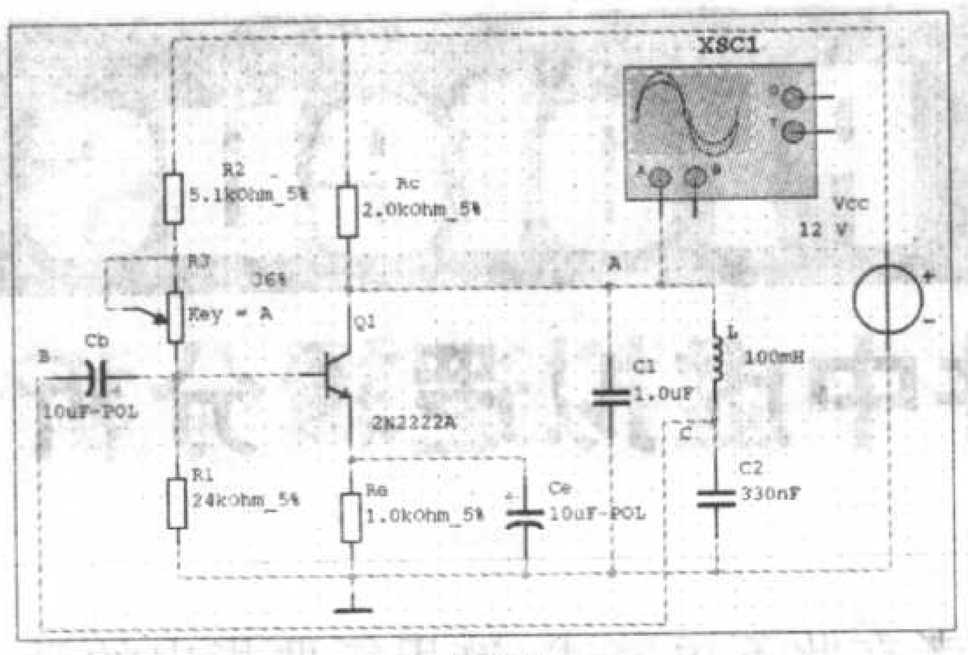


图8

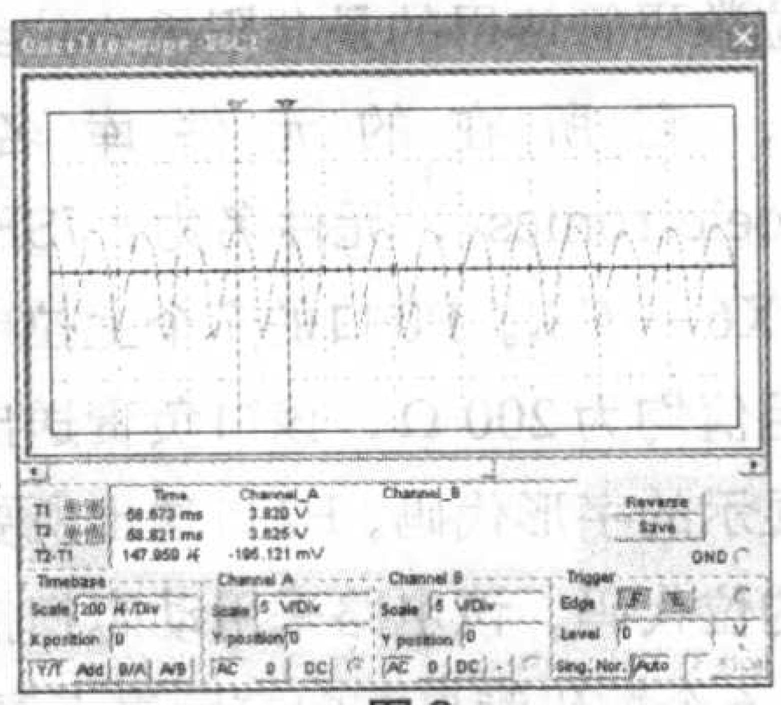


图9

通过读数指针我们可以读出波形周期为T = 147.950μs，因而可以算得 $f_0 \approx 6.759kHz$。

作为测试信号，一般常用1kHz标准信号。若选定 $f_0 = 1kHz$，且固定L=100mH，C2=330nF，可求得 C1 ≈ 1.095μF。

将图8中的C1换成1μF电容可以得到1kHz正弦波标准信号。如有必要可以多设置几个不同容量的电容，通过切换开关获得不同频率的波形，或固定C1和C2容量，通过调节电感磁芯改变L的电感量以获得连续变化频率正弦波。

另外，我们从图9的虚拟示波器窗口看到的波形失真较大，为减小正弦波形失真，根据负反馈“牺牲部分增益，可以减少失真”的特性，我们给电路分别加上电流串联负反馈和电压并联负反馈，如图10所示。

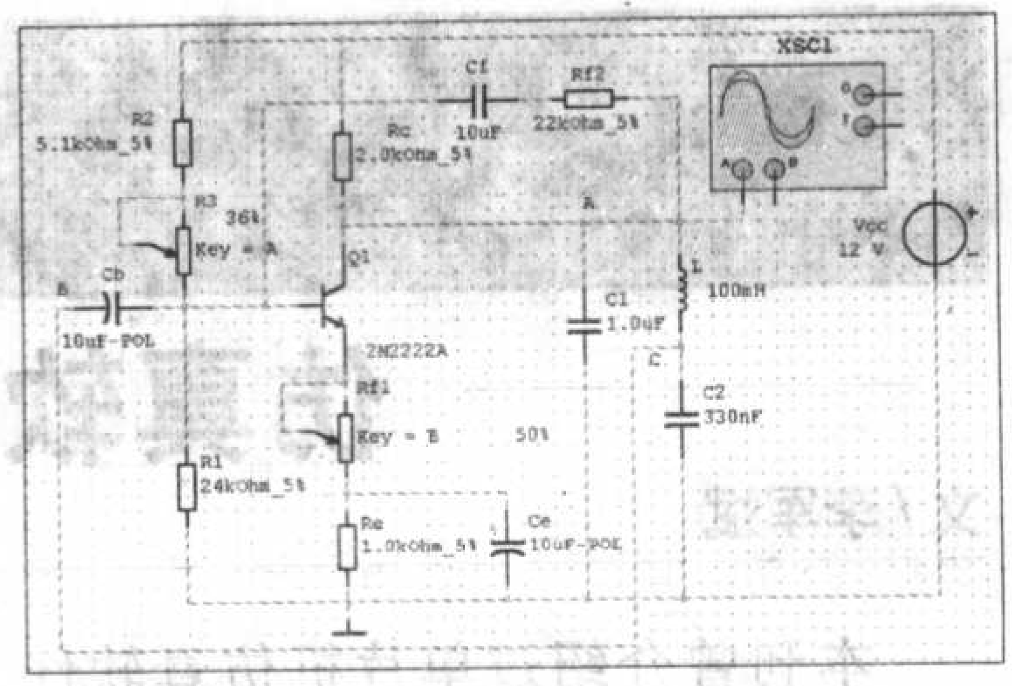


图10

开启仿真开关，双击虚拟示波器图标XSC1，连续按键盘上的“B”键，电流串联负反馈电阻 R_{f1}(1k)的百分比会递增上升，百分比增高，表示电阻加大，负反馈加深，正弦波幅度减小，失真越少，但电路起振时间却增长；反之，电阻越小，正弦波幅度越大，失真越严重，但电路起振时间则越短。

另外，可以向左拉动调节虚拟示波器窗口下的滚动条位置，在适当位置可以看到电路起振过程波形如图11所示，这是电子仿真软件multiSIM 7的一个特色，因为电路起振过程对初学者来说比较抽象，是一般实验室示波器上不可能观察到的现象，这对初学者加深对振荡工作原理的理解颇有帮助。

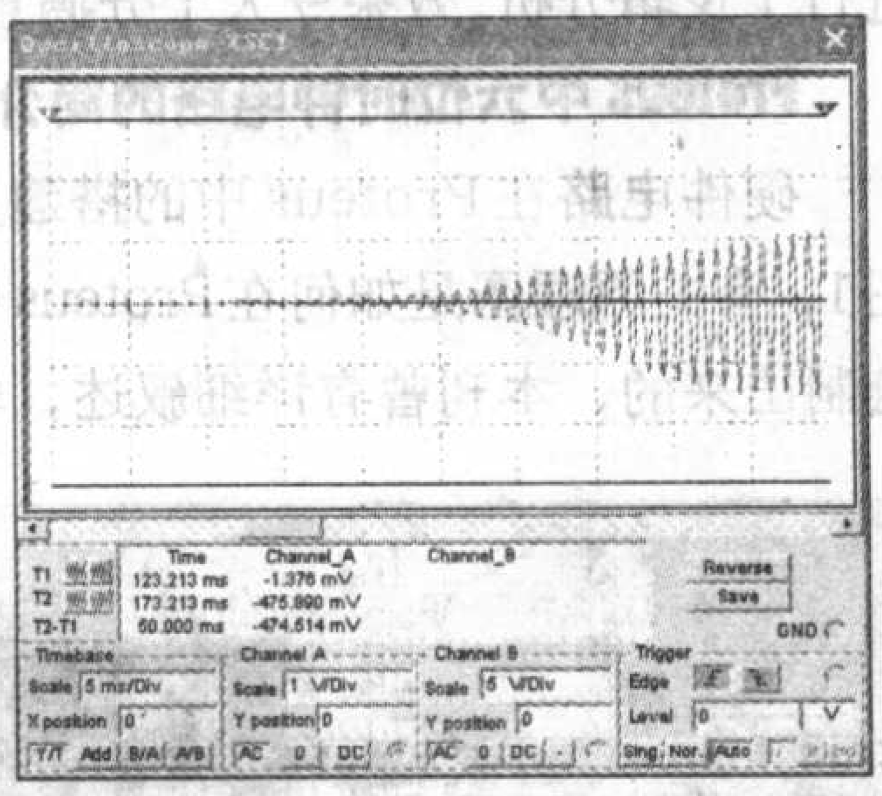


图11

稳定后输出的正弦波波形如图12所示，从虚拟示波器窗口图中，我们可以通过读数指针读出正弦波周期为1.008ms，算出频率为1kHz左右，同时可以读出正弦波幅度为1.780V。

笔者在LC正弦波振荡电路的输出端接一级射极跟随器，如图13所示，调出双踪虚拟示波器，将A通道接到射极跟随器基极，将B通道接到射极跟随器发射极，看到如图14所示波形，

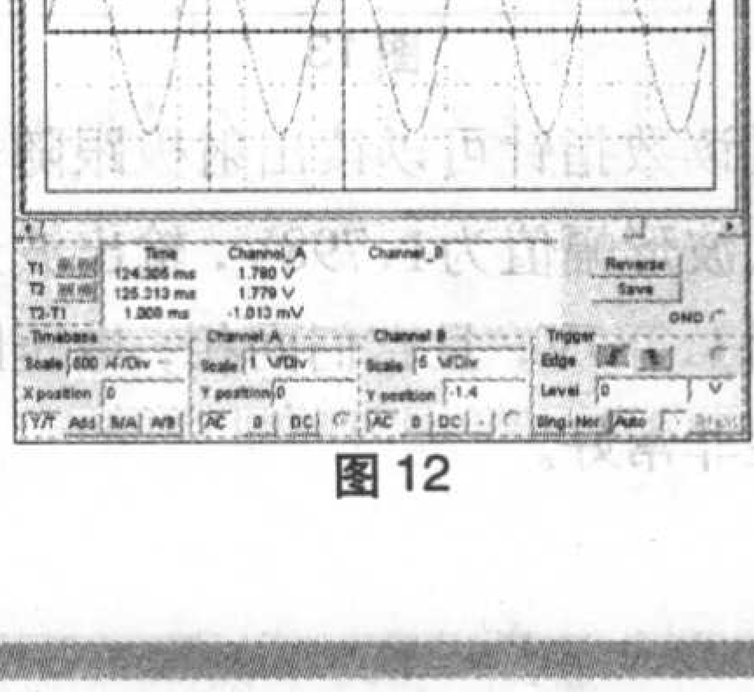


图12

Proteus 仿真软件中虚拟逻辑分析仪的使用

文/李军斌

本刊曾介绍过单片机仿真软件Proteus，笔者使用后对这个软件爱不释手，它不仅对课堂教学和学生实验非常有用，而且对单片机的应用设计也有很大帮助。

笔者用Proteus设计了一个六位动态扫描时钟电路，然后进行了仿真，不仅验证了硬件和软件的正确性，而且用Proteus自带的虚拟逻辑分析仪进行了逻辑分析，效果令人十分满意。

Proteus中六位时钟电路的简介

硬件电路在Proteus中的搭建见图1，有关原理图是如何在Proteus中绘制出来的，本刊曾有详细叙述，笔者在此不再赘述。这里需要指出的是：六位数码管使用的是共阳极六位红色管，它所在的元件库名为optoeletronics，元件名为：7SEG-MPX6 - CA。P0口的7个上拉电阻的阻值均为200 Ω，该口负责送出所要显示的字形代码。P2口送出所要显示的位代码。该电路采用动态扫描方式，6个数码管自左向右顺序点亮。

P3.7负责驱动两个红色发光二极管(LED-RED)进行秒闪烁，每秒钟亮灭一次，因此在编程时要使P3.7输出端有一个1Hz的输出脉冲。限流电阻R1的阻值为10 Ω。

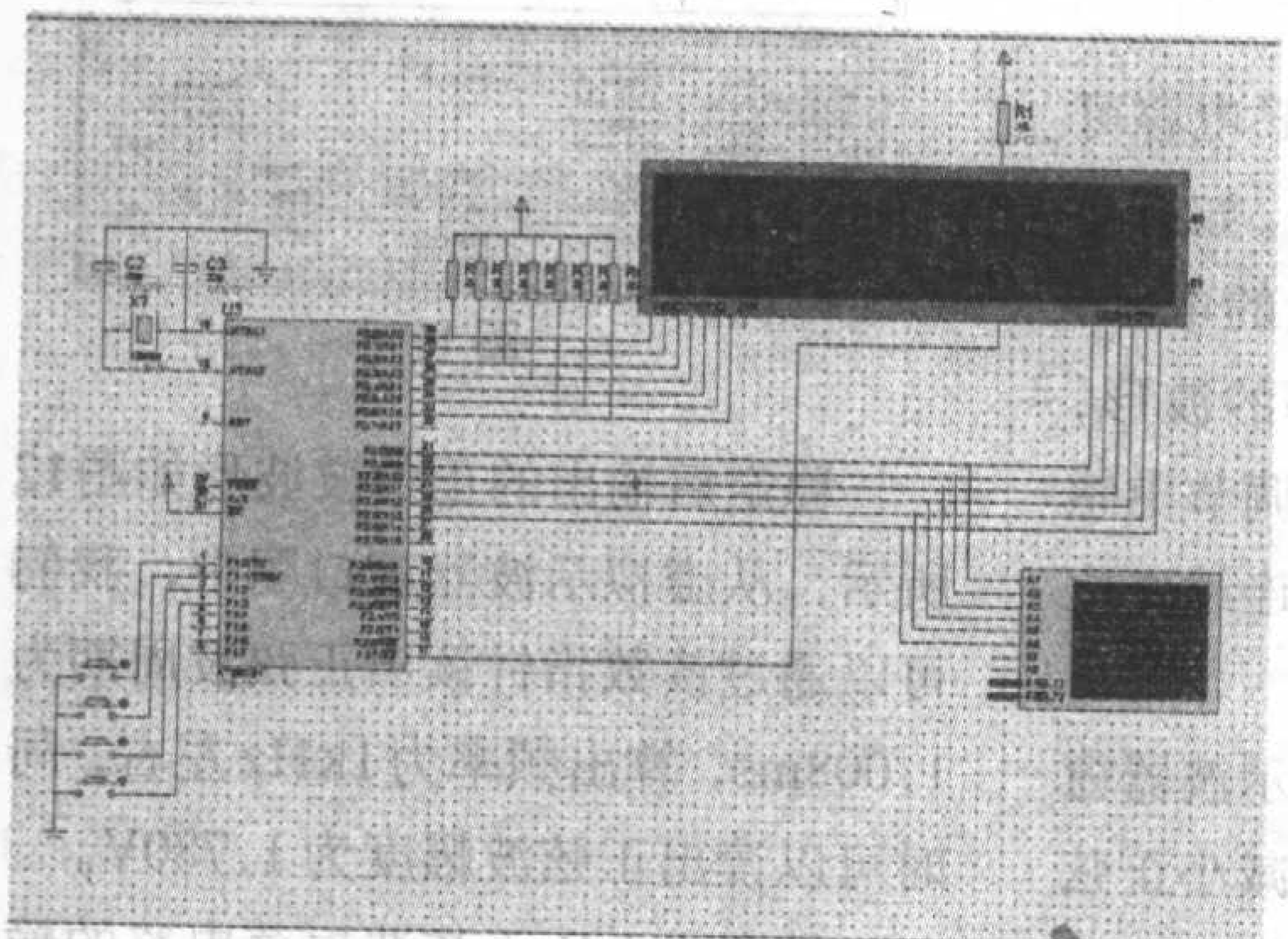


图1

4个按键（BUTTON）自上而下分别是：调时开始按键、小时调整按键、分钟调整按键、调时结束按键。

软件的设计

图2是程序流程图，它简明扼要地展示出程序的流程，由于篇幅所限不再对程序作详细的说明，感兴趣的读者可以在本期配刊光盘中找到本文源程序。

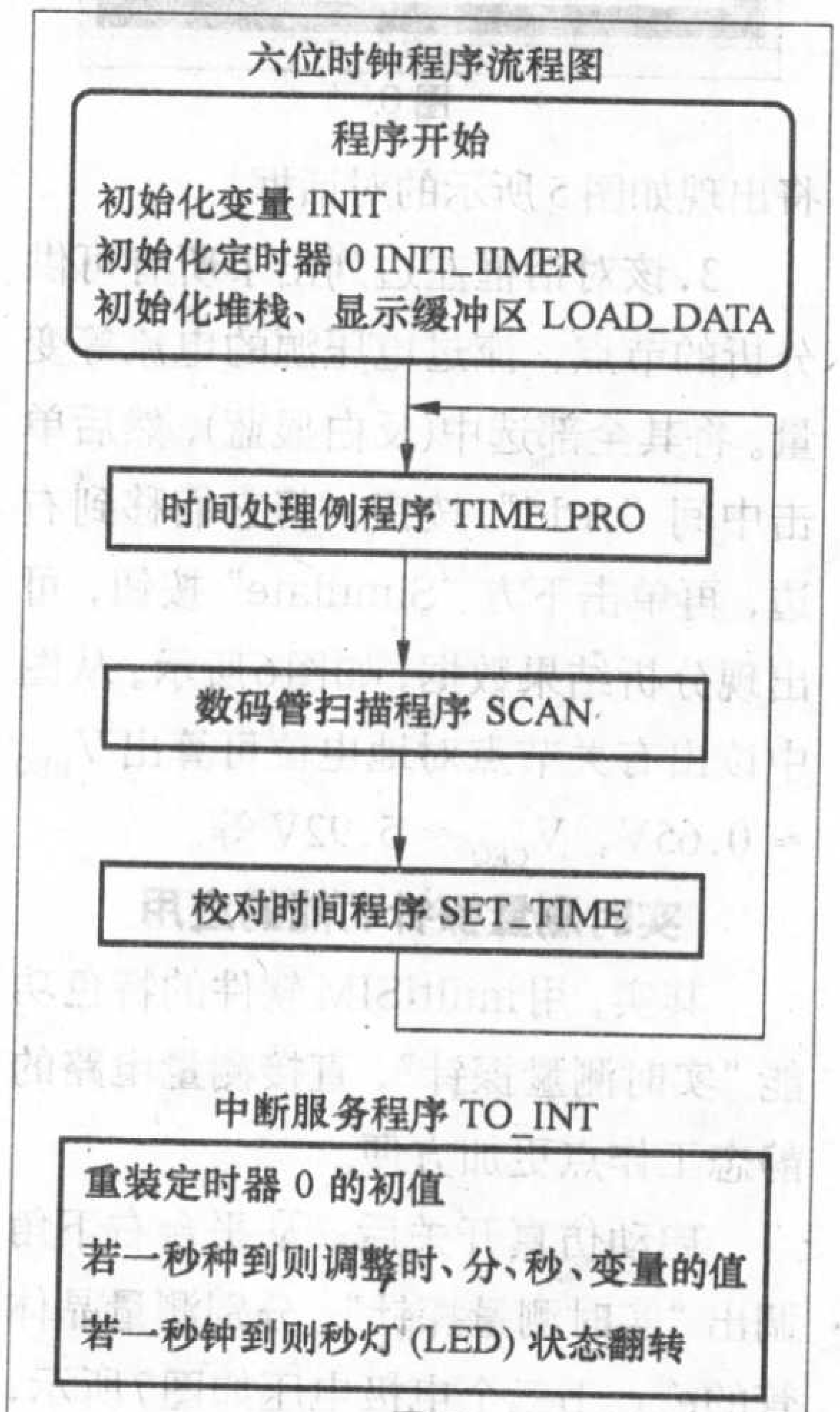


图2

在Proteus中完成硬件电路的绘制后，用鼠标先右击电路图，再左击AT89C51，就会出现图3所示的窗口，这时把“六位时钟程序.hex”这个文件名填入Program File右侧的小窗口中，然后再用鼠标左键点击“OK”

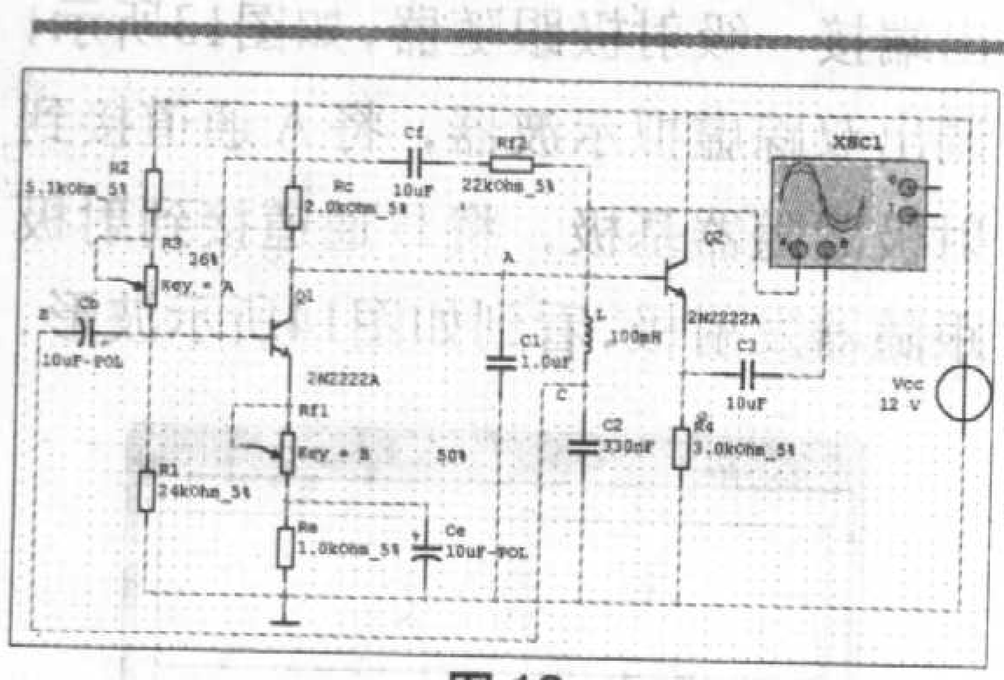


图13

通过读数指针可以读出射极跟随器的输入波形幅值为1.798V，输出波形幅值为1.787V，且它们同相，电压跟随特性非常好。

至此，LC正弦波振荡电路的设计任务已基本完成，笔者已经得到了频率为1kHz左右、幅度为1.3V左右且波形失真较少的正弦波信号，基本上达到了原设计要求。

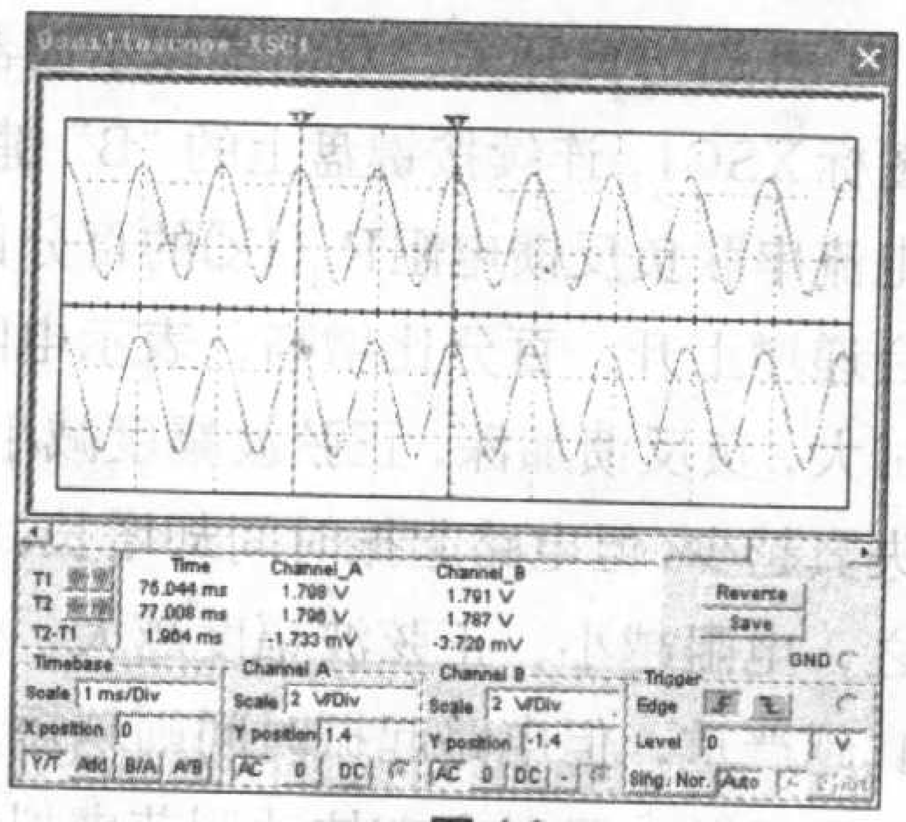


图14

希望通过本文读者对multiSIM的一些特色仿真功能有比较清晰的了解。

编者注：本刊上期配刊光盘中收录了multiSIM 7试用版软件，欢迎有兴趣的读者试用。从本期开始，配刊光盘中也将刊登multiSIM软件视频教程连载。

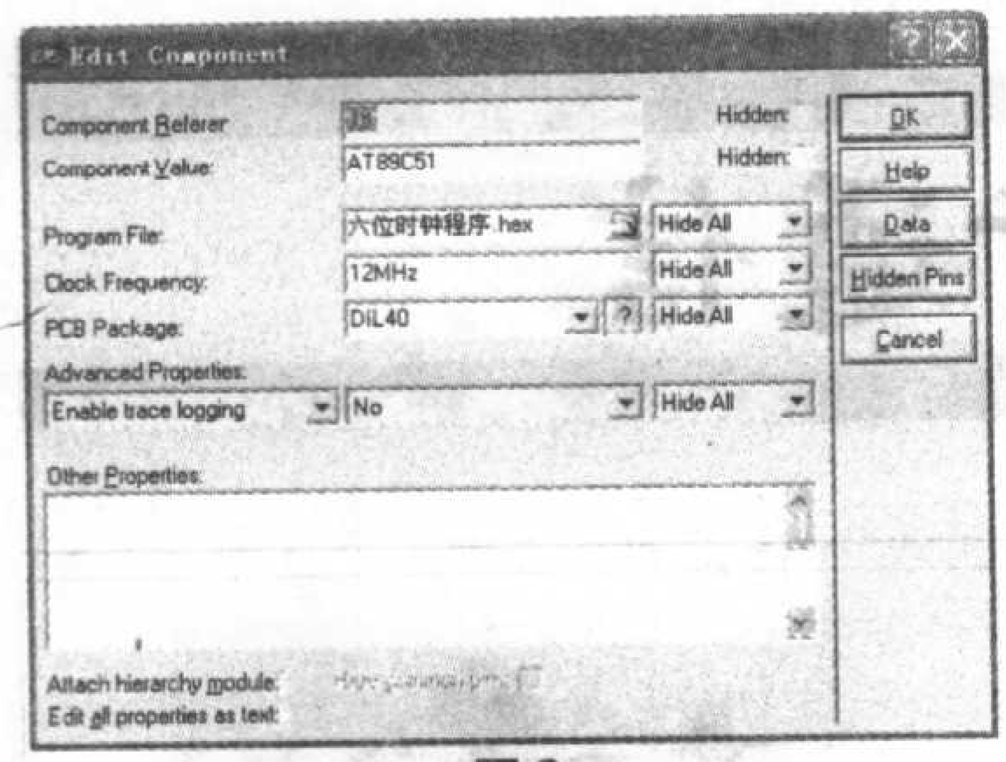


图3

键，关闭小窗口，Proteus的硬件模拟电路就和其对应的控制程序相关联了，这时用鼠标左键点击屏幕下方的按键，就可以对这个电路进行仿真，在仿真过程中，屏幕上的时钟像真正的电子钟那样走时，也可以通过4个按键调整电子钟的时间。

用 Proteus 中的虚拟逻辑分析仪进行波形分析

Proteus的功能强大，它带有逻辑分析仪和双踪示波器等众多的虚拟测量设备。逻辑分析仪是一种功能强大的数字电路测量仪器，它通常在数字电路、计算机电路设计和维修中，进行多路信号的时序逻辑分析。我们可把它用于单片机电路的实际设计中，在硬件设计之前，先用虚拟的逻辑分析仪对单片机电路进行逻辑分析和功能评估、故障诊断。

首先在线路编辑完成后，用鼠标左键点击Proteus工作界面上方的工具栏按钮，然后用鼠标左键点中屏幕左侧INSTRUMENTS栏目中的LOGIC ANLYSER，再用鼠标左击想要放置逻辑分析仪的地方，这样就把逻辑分析仪放置好了，见图4，然后再把需要进行逻辑分析的信号连接至逻辑分析仪的输入端。比如要对6个数码管的位驱动信号进行逻辑分析，就把这6个信号分别引接至逻辑分析仪的A1～A6端，最终形成图1所示的电路图。

把逻辑分析仪放置好，并连接了所要分析的信号线后，就可以用鼠标左键点击屏幕左下方的仿真按钮开始仿真。也许仿真开始后逻辑分析仪的波形显示界面并没有出现，这时用鼠标左键点击菜单Debug下的VSM Logic Analyser（见图5），就可以把这个界面调出来。反之，也可以采用这种方式关闭逻辑分析仪的图形显示界面。

虽然这时把波形显示界面调出来了，但界面中也许并没有期望显示的波形，这时请照图6中的提示，用鼠标左键点击逻辑分析仪面板右侧靠上的那个方形的按键，就可以把波形显示出来，显示效果如图7所示。在这幅图中，我们可以清晰地看到这6个数码管位驱动信号之间的时序关系。如果我们想精确地测量某一段波形的时间长度，可以分别用鼠标左键按住逻辑分析仪面板右侧上那两个黄色或紫色旋钮的边缘仔细旋转，从而分别把逻辑分析仪显示窗口上的竖细黄线和竖细紫线对准所要测量波形的起始点和终止点，就可以测量出这段波形的时间长度（见图8）。我们用这种方法测出了某一数码管的点亮时间为4ms。这个读数是在紫色旋钮的下方读出的。另外的两个读数窗口则分别显示的是所测波形的起始点和终止点的时刻。

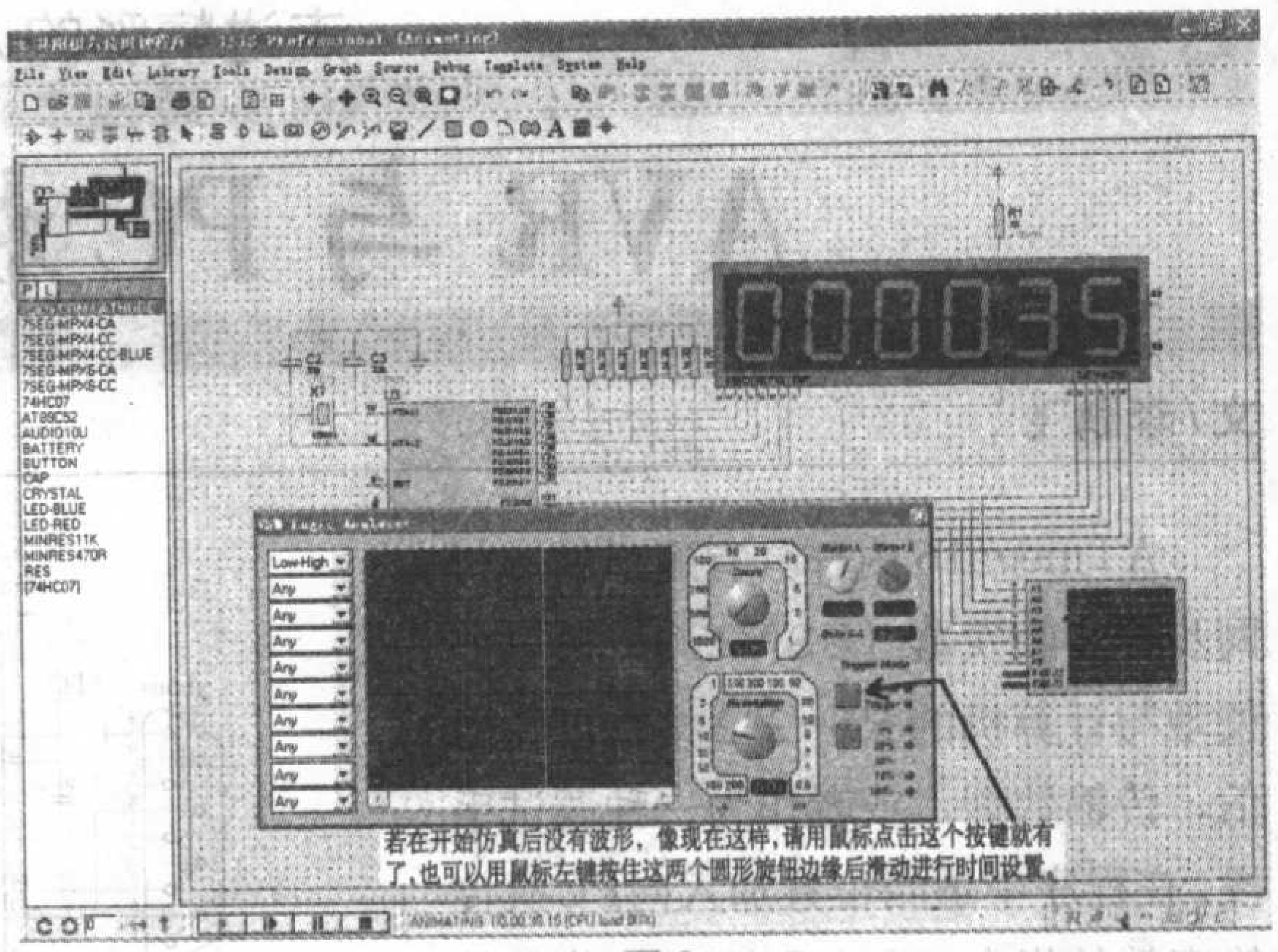


图6

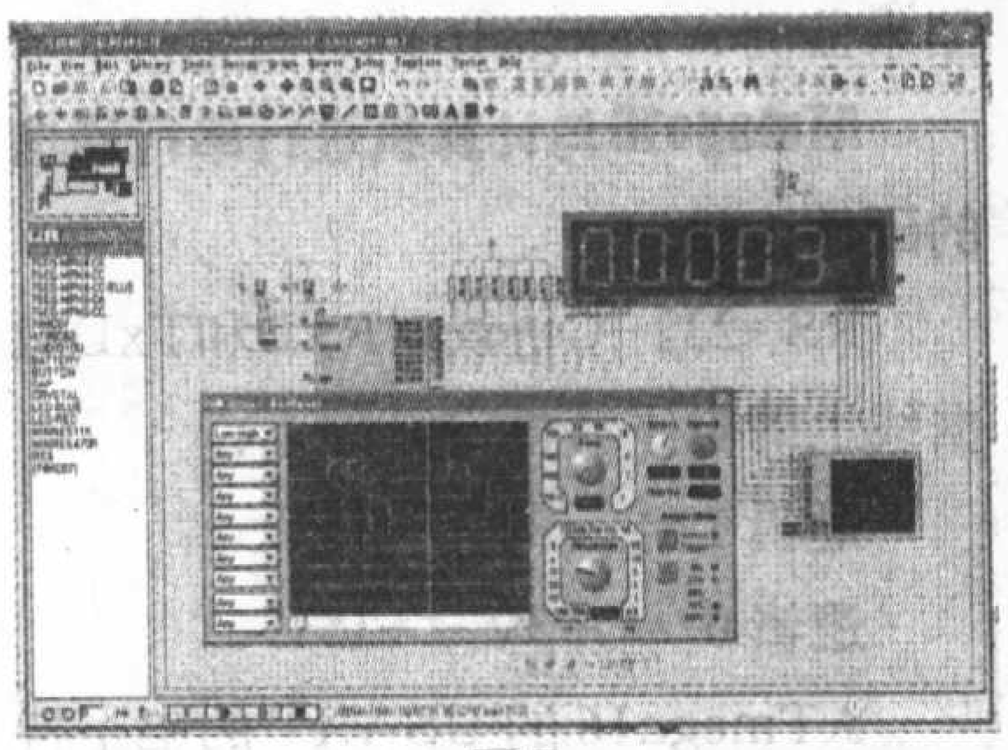


图7

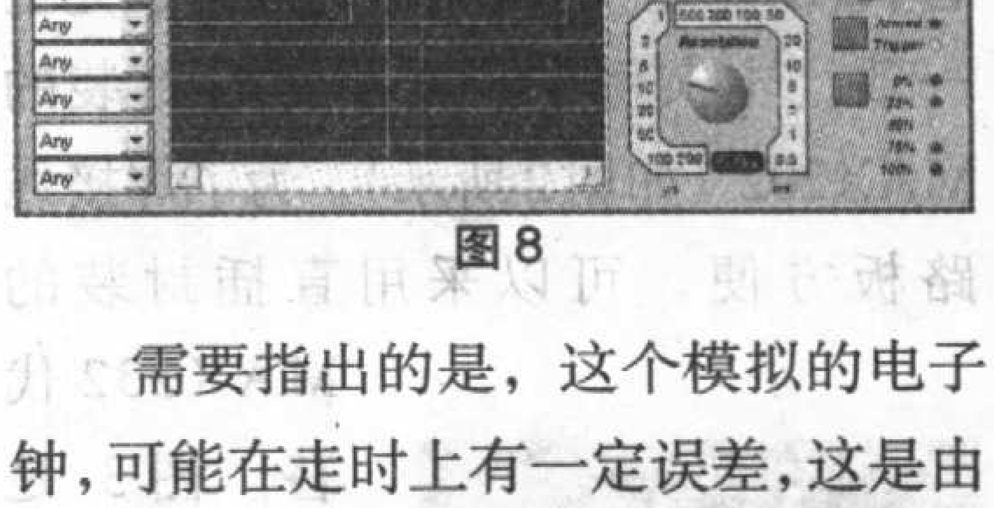


图8

需要指出的是，这个模拟的电子钟，可能在走时上有一定误差，这是由于笔者还未进行精确的程序调试，感兴趣的读者可以通过调整定时计数器常数值的方法进行调试。笔者使用的Proteus版本是6.7 professional版。

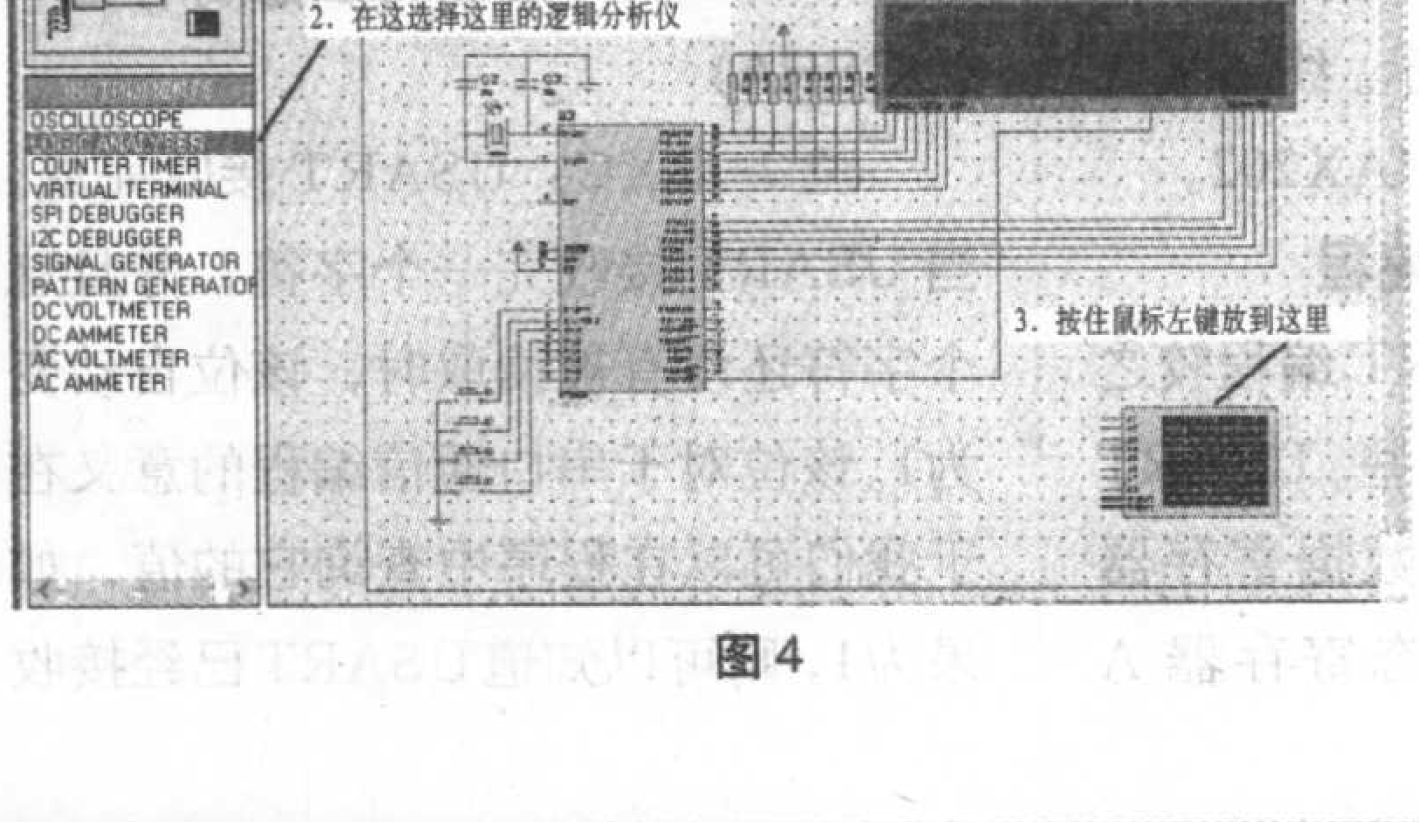


图4

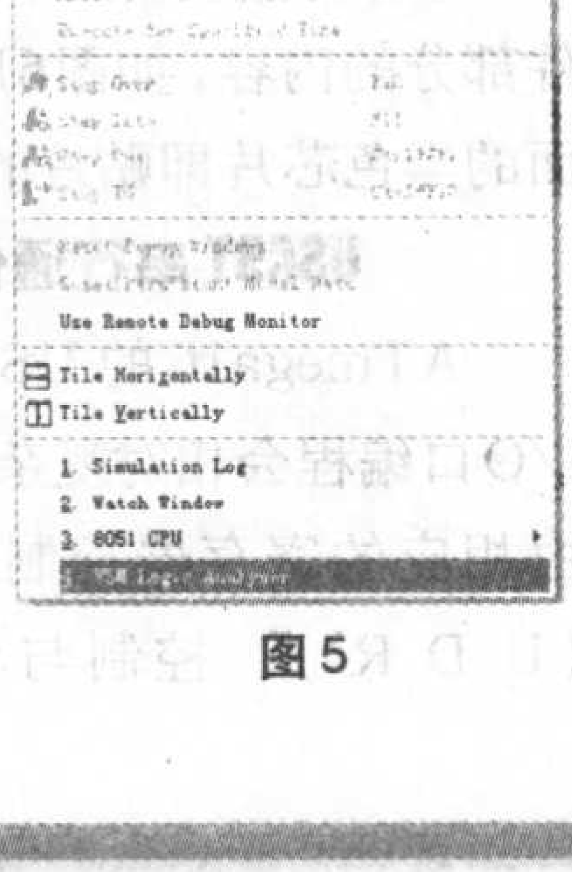


图5

AVR与PC机的串行通信

文/李鹏飞

ATmega16内部具有通用的串行同步异步收发器（USART），可以方便地与计算机的RS-232接口进行通信，传输数据，或者作为一种调试手段，在程序中适当位置加入向PC机传输字符的指令，通过观察PC接收的数据来监测ATmega16的运行情况。

ATmega16与计算机进行串行通信的硬件连接

RS-232-C协议对RxD和TxD数据线上的电平特性定义如下：

逻辑1 = -3V～-15V

逻辑0 = +3V～+15V

ATmega16的USART的电平特性：

逻辑1 = +5V

逻辑0 = 0V

因此要用ATmega16与计算机进行通信，就必须进行电平转换。连接方法见图1。

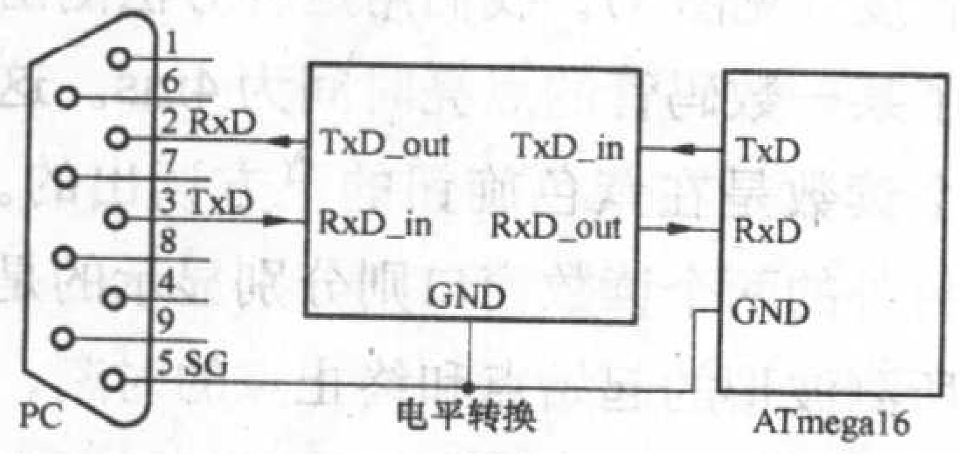


图1

电平转换常使用芯片MAX232或者MAX202，两者电路连接方法完全一致。本实例中将采用贴片封装的MAX202（如图2所示），为了焊接线路板方便，可以采用直插封装的MAX232代替。图3是MAX232的电路连接图，图中的RS-232接口DB9是焊接在板子上的母头（如图4所示），通过串口电缆（公头接线路板上的母头，母头接计算机，如图5所示）与计算机上相连。电路中所有的地线是连接在一起的。完整的电路图见本期配刊光盘。

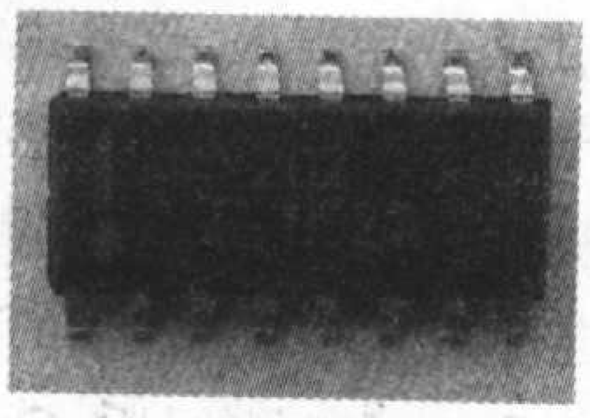
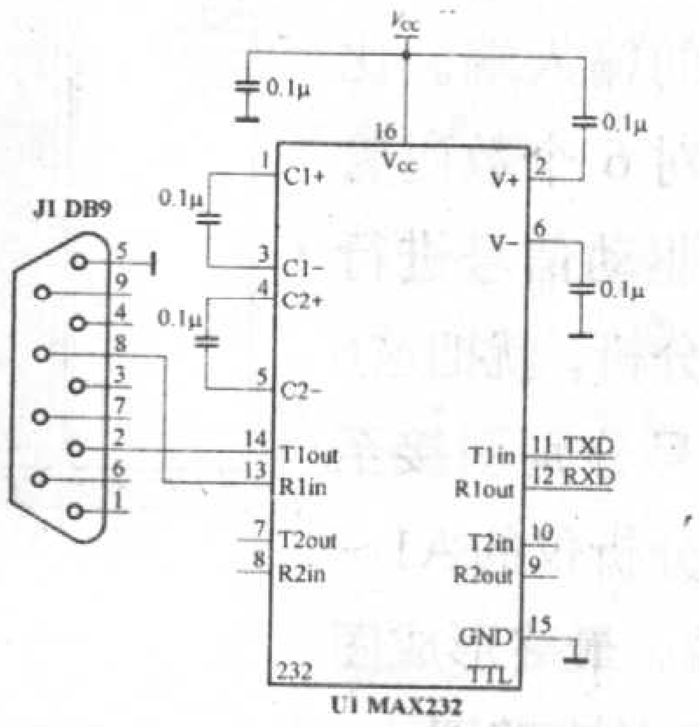


图2



MAX232的11脚(TXD)与ATmega16的15脚(PD1/TXD)相连
MAX232的12脚(RXD)与ATmega16的14脚(PD0/RXD)相连

图3

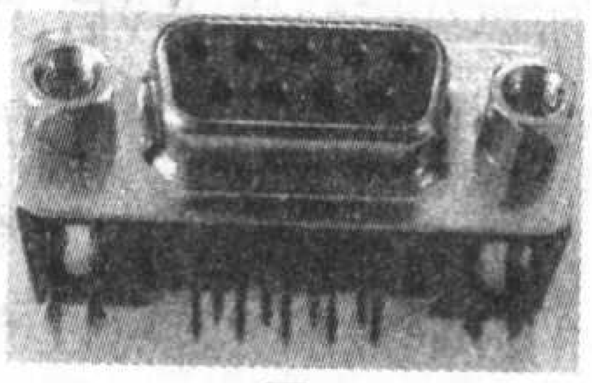


图4

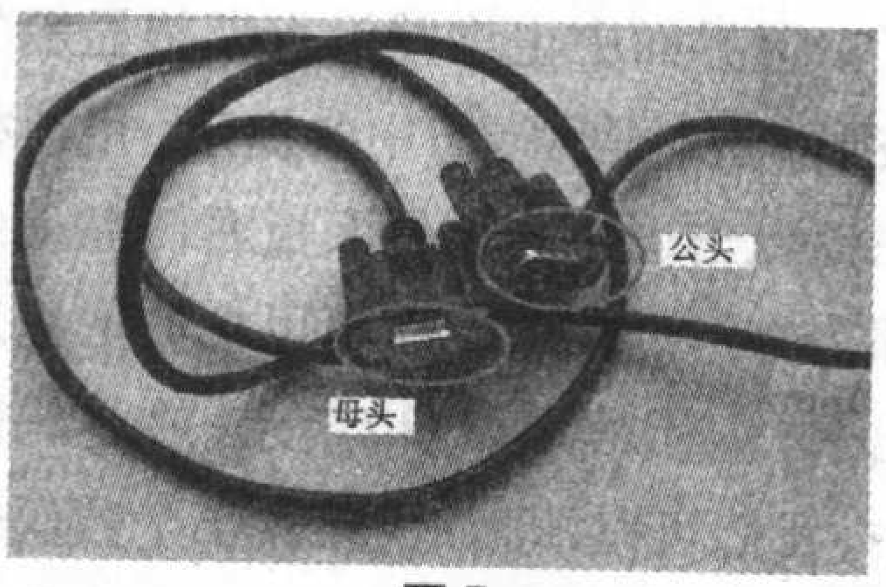


图5

接下来是焊接线路板。按照自己的实际情况规划好线路板上的元件位置，会使焊接工作更加方便容易，完成焊接以后要检查线路板连接是否与电路图一致。至此，就已经完成了硬件部分的内容，如图6所示。线路板背面的黑色芯片即贴片的MAX202。

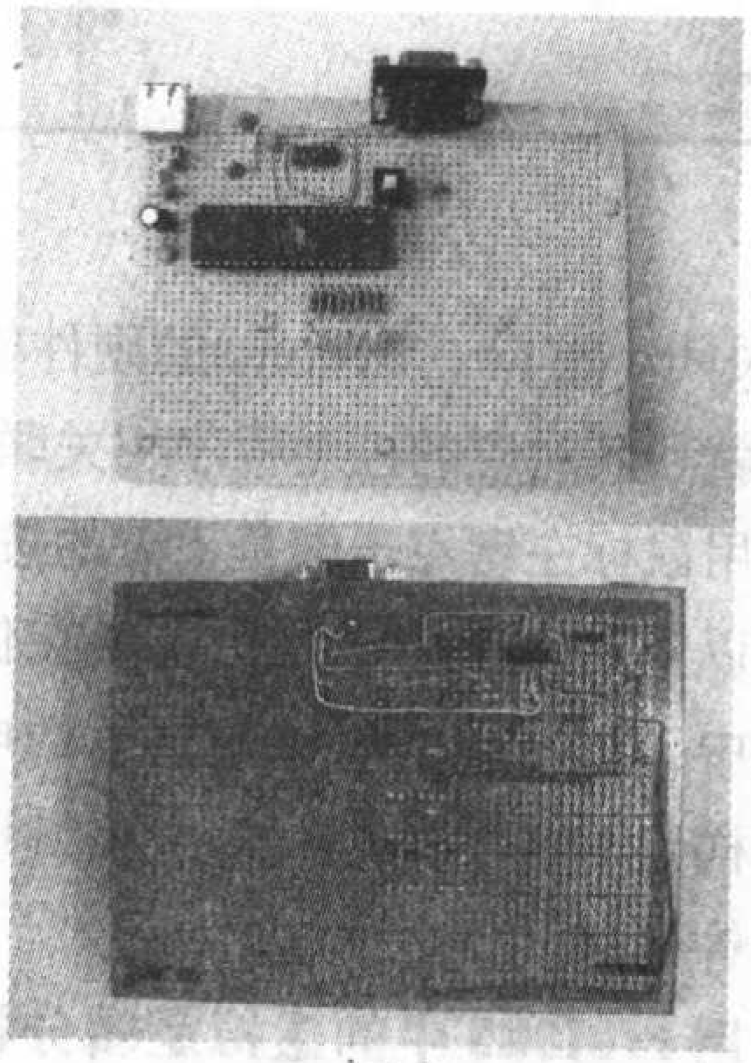


图6

USART串行通信编程

ATmega16的USART编程较之I/O口编程会相对复杂一些。USART由相应的寄存器控制：数据寄存器（UDR）、控制与状态寄存器A（UCSRA）、控制与状态寄存器B（UCSRB）、控制与状态寄存器C（UCSRC）及串行波特率设置寄存器（UBRRL与UBRRH）。正确操作这些寄存器就可以实现串行通信。本文中首先介绍实例要用到的寄存器或其中的某些位。

1. 数据寄存器（UDR）

UDR实际上是两个寄存器，USART的接收数据缓冲器和发送数据缓冲器，它们共用一个地址，因而共用一个名字。由于接收数据缓冲器是只读的，程序中的读UDR操作被自动寻址到接收数据缓冲器，而写操作被自动寻址到发送数据缓冲器，这样就保证了两个数据缓冲器虽用同一个名字但并不会被混淆。

2.USART控制与状态寄存器A（UCSRA）

位7-RXC：USART接收完成。当USART接收完一个字符，并且这个字符还没有被读取时，该位自动变为1。该位对于串口通信编程的意义在于我们可以在程序中查询它的值，如果为1，则可以知道USART已经接收

完一个字符，接下来的程序就可以去相应的位置（寄存器UDR此时为只读接收缓冲器）读取这个字符，RXC在这个过程中被自动清0；如果为0，就等待，直至RXC变为1。

位6–TXC：USART发送完成。当USART发送完一个字符，并且没有新的字符需要发送，该位变为1。该位为1说明此时USART可以发送新的字符。如果在程序中需要向外部接收器发送一组字符（将待发送字符写入寄存器UDR，写操作自动选择发送缓冲器），可以查询该位；为1，可以发送下一个字符，为0，等待直至该位变为1。

位5–UDRE：USART数据寄存器空。USART发送字符时，当写入UDR的字符被送到发送移位寄存器中向外传输时，该位变为1。该标志位意味着UDR中可以写入新的待发送数据。UDRE与TXC的相同之处在于他们的值为1时都可以向UDR中写入新的待发送数据；不同之处在于，TXC表征的意义在于发送字符操作完成，不仅说明UDR中的字符被送到发送移位寄存器，而且也完成了从发送移位寄存器向外部的传输。

位1–U2X：USART传输速率倍速。该位只有在异步模式下有效，它的功能是使通信的传输速度加倍。

3.USART控制与状态寄存器B (UCSRB)

位4–RXEN：USART接收数据允许。当该位被设置为1时，允许USART接收数据，也就是说如果你准备用串口接收数据，那么首先需要将此位设置为1。此时管脚PD0(RXD)由通用I/O口转变为第二功能RXD。

位3–TXEN：USART发送数据允许。当该位被设置为1时，允许USART发送数据。

位2–UCSZ2：USART数据位设定。该位协同UCSRC寄存器中的UCSZ1、UCSZ0位设定通信字符的位长（5，6，7，8，9位），见附表。

附表

UCSZ2	UCSZ1	UCSZ0	字符长度
0	0	0	5
0	0	1	6
0	1	0	7
0	1	1	8
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	保留
1	1	1	9

4.USART控制与状态寄存器C (USARTC)

位7–URSEL：寄存器选择。该位用于选择要操作的寄存器是UCSRC或UBRRH。读取UCSRC时，该位读出值为1；写UCSRC寄存器时，必须将该位写入1才能够正常写入UCSRC寄存器。

位6–UMSEL：工作状态选择。该位写入0时为异步模式，写入1为同步模式。ATmega16与PC通信应选择异步模式。

5.波特率寄存器（UBRRH，UBRRL）

UBRRL与UBRRH的低4位构成一个12位寄存器，用来设置串行通信的速率。需要注意一点的是在写UBRRH寄存器时，最高位（第7位）必须写入0。波特率值可以通过查表获得，表格见ATmega16数据手册161页，例如晶体14.7456MHz，波特率9600，可查得UBRR应为95。

有了以上内容，就可以开始进行串行通信编程了。

USART的初始化，即设置USART的各种参数，如波特率等，初始化程序如下。

```
ldi r16,95;将10进制数95送入寄存器r16。晶体14.7456MHz，波特率9600
ldi r17,0
out UBRRH,r17    ;设置波特率高位。由于UBRRH的复位默认值为0，所以此句也可以省略
out UBRRL,r16    ;设置波特率低位。波特率设置完成
ldi r16,0b00011000 ;将2进制数0b00011000送入寄存器r16
out UCSRB,r16    ;RXEN、TXEN被写为1，允许USART进行接收和发送
ldi r16,0b10000110
out UCSRC,r16;位7，URSEL必须设置为1，才能正常写UCSRC
;位6，UMSEL为0，选择异步模式；
;位5，4UPM1，UPM0为0b00，选择无校验模式；
;位3，USBS为0，选择1位停止位；
;位2、1，UCSZ1，UCSZ0为0b11，加上UCSRB中UCSZ2为0，组成0b011，即选择8位数据；
;位0，UCPOL为0，异步模式下该位必须设置为0。初始化完成。
```

初始化完成以后，要做的就是接收数据和发送数据。

USART接收数据程序如下：

```
RX_CHECK:
sbis UCSRA,RXC;sbis：在此处的含义：测试UCSRA中RXC是否为1，若为1，跳过下1行程序；若为0，按顺序执行。详细内容参考指令集中关于“sbis”的使用方法
rjmp RX_CHECK;RXC位为 0时，说明数据还没有接收完毕，继续检测RXC位
in r16,UDR; RXC位为1时，说明数据已经接收完毕，程序跳至此处，将数据从UDR中读入工作寄存器r16
```

USART发送数据程序如下：

```
TX_CHECK:
sbis UCSRA,UDRE
rjmp TX_CHECK;检测UDRE位，若为0，跳到TX_CHECK继续检测UDRE位
ldi r17,'T';若为1，跳过1行程序到此处，准备将字符“T”发送出去。
```

初识单片机测控应用

用单片机制作多路输入电压表

文/周 坚

在工业控制和智能化仪表中，常由单片机进行实时控制及实时数据处理。单片机所加工的信息都是数字量，而被控制或测量对象的有关参量往往是连续变化的模拟量，如温度、速度、压力等，与此对应的电信号是模拟电信号。单片机要处理这种信号，首先必须将模拟量转换成数字量，这一转换过程就是模／数转换，实现模／数转换的设备称为A/D转换器或ADC。

A/D转换器是单片机应用中常见的接口，从事单片机开发的人员通常都会遇到使用A/D的要求，本文通过一个典型的例子来学习一种常用A/D转换器的用法。

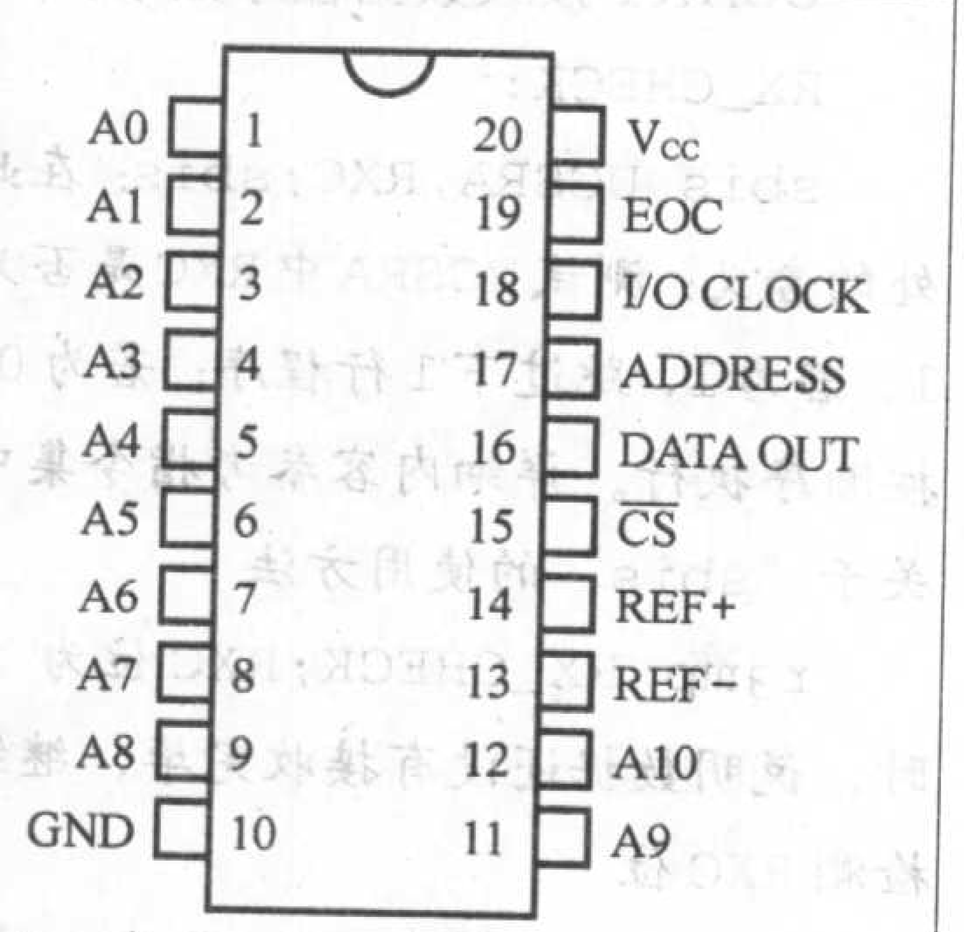


图1

一、模数转换简介

A/D转换电路种类很多，在选择A/D转换器时，主要考虑以下的一些技术指标：转换时间和转换频率、量化误差与分辨率、转换精度、接口形式等。目前，较为流行的 A/D转换器件有很多都采用了串行接口，这使得这类芯片与单片机的硬件连接非常简单，而软件编程相对要复杂一些。下面，我们以TI公司的TLC1543应用为例，制作一个多路输入的电压表，了解一下这类芯片的使用特点。

二、 TLC1543特性简介

TLC1543是由TI公司开发的开关电容式A/D转换器，该芯片具有如下特点：10位精度、11通道、三种内建的自测模式、提供EOC（转换完成）信号等。该芯片与单片机的接口采用串行接口方式，引线很少，与单片机连接简单。

图1是TLC1543的引脚示意图，其中A0～A10是11路输入，V_{cc}和GND分别是电源引脚，REF+和REF−分别是参考电源的正负引脚，使用时一般将REF−接到系统的地，达到一点接地的要求，以减少干扰。其余的引脚是TLC1543与CPU的接口，其中$\overline{CS}$为片选端，如不需选片，可直接接地。I/O Clock是芯片的时钟端，Adress是地址选择端，Data Out是数据输出端，这3根引脚分别接到CPU的三个I/O端即可。EOC用于指示一次A/D转换已完成，CPU可以读取数据，该引脚是低电平有效，根据需要，该引脚可接入CPU的中断引脚，一旦数据转换完成，向CPU提出中断请求。此外，也可将该引脚接入一个普通的I/O引脚，CPU通过查询该引脚的状态来了解当前的状态，甚至该引脚也可以不接，在CPU向TLC1543发出转换命令后，过一段固定的时间去读取数据即可。

三、单片机与TLC1543芯片的接口

图2是使用TLC1543制作的多路输入电压表的电路图，从图中可以看出，这里使用了TLC1543作为基准电压源，将REF−直接接地，P1.0、P1.1、P1.2、P1.3和P1.4分别与EOC、时钟、地址、数据、片选端相连。制作

---

out UDR,r17;将“T”送至UDR，发送出去。

完整的串行通信程序以及注释见本期配刊光盘。将该程序编译后的HEX文件写入ATmega16，通过串口电缆将PC机与图6所示的线路板连接，打开串口调试软件即可观察程序运行结果，如图7所示。串口调试软件及其使用方法简介也见本期配刊光盘。

本文练习：

1.编程练习。程序实现如下功能：

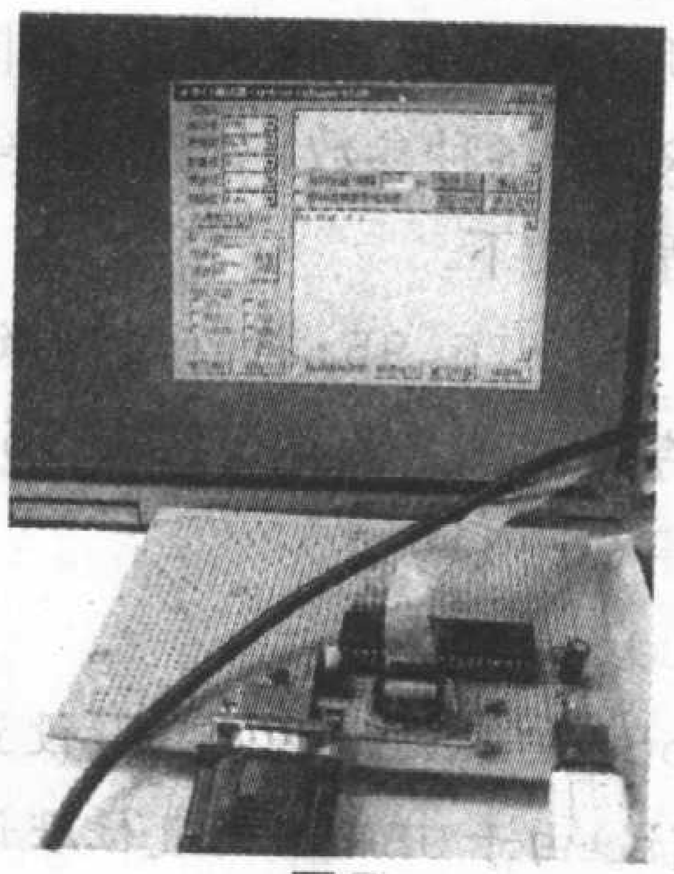


图7

通过串口调试工具向ATmega16发送字符“1”，则线路板上1个LED亮；发送“2”，则线路板上2个LED亮，依次类推；发送“0”，则线路板上所有LED熄灭。

2.编程练习。程序实现如下功能：通过串口调试工具，按一下线路板上的按键，ATmega16向PC发送“KeyAction:1”，再按一次按键，ATmega16向PC发送“KeyAction:2”，每按键一次计数值增加1；PC向ATmega16发送字符“c”，则计数值清0。

液晶模组的基本常识和选型

文 / 徐世龙

液晶模组（LCM）作为当代高新技术的结晶产品，不但具有超薄平面、显示内容丰富等特点，而且还具有体积小、耗电省、寿命长、无辐射、抗震、防暴等其他类型显示器件无可比拟的优点，因而是家电产品、数码产品、工控仪表、机电设备等行业更新换代的理想器件。另外，随着单片机与嵌入式系统应用领域的不断扩大，对于以单片机为核心构成的高档仪器仪表、信息家电、数码产品、工控产品、数据采集等系统的人机界面友好性提出了越来越高的要求，要求不但能够显示字符、汉字，还要显示图形。

液晶模组种类型号繁多，如何选择适合自己项目使用的液晶模块，成为摆在很多技术人员面前的问题。应用开发工程师一般需要知道液晶模组的功能，以配合项目系统要求，但是对于液晶模组有全面了解的人并不多，往往选择了并不是最合适的产品，导致开发过程的复杂化，成本高、性能及寿命不符合最终产品的要求等。

本文重点介绍液晶模组的一些常识和选型方法。

液晶显示原理

LCD为英文Liquid Crystal Display 的缩写，即液晶显示器，这是一种数字显示技术，可以通过液晶和彩色过滤器过滤光源，在平面面板上产生图像。

液晶是一种呈液体状的化学物质，像磁场中的金属一样，当受到外界电场影响时，其分子会产生精确有序的排列。如果对分子的排列进行适当的控制，光线就可以穿越液晶分子。无论是笔记本电脑还是台式电脑，采用的LCD显示屏都是由不同部分组成的分层结构。位于最后面的一层是由荧光物质组成的可以发射光线的背光层。背光层发出的光线在穿过第一层偏振过滤层之后进入包含成千上万水晶液滴的液晶层。液晶层中的水晶液滴都被包含在细小的单元格中，一个或多个单元格构成屏幕上的一个像素。当LCD中的电极产生电场时，液晶分子就会产生扭曲，从而将穿越其中的光线进行有规则的折射，然后通过第二层过滤层的过滤在屏幕上显示出来。

常见的液晶显示器按物理结构分为以下四种：(1) 扭曲向列型（TN－

时，请参考图1进行连线。C1可用10μ/16V电解电容，C2可用0.1μCBB电容，安装时尽量接近20脚和10脚。输入端可根据需要，接入相应的信号。

编程的要求是在六位数码管的后四位数码管上轮流显示TLC1543各通道的测量值，同时用十六进制表示的

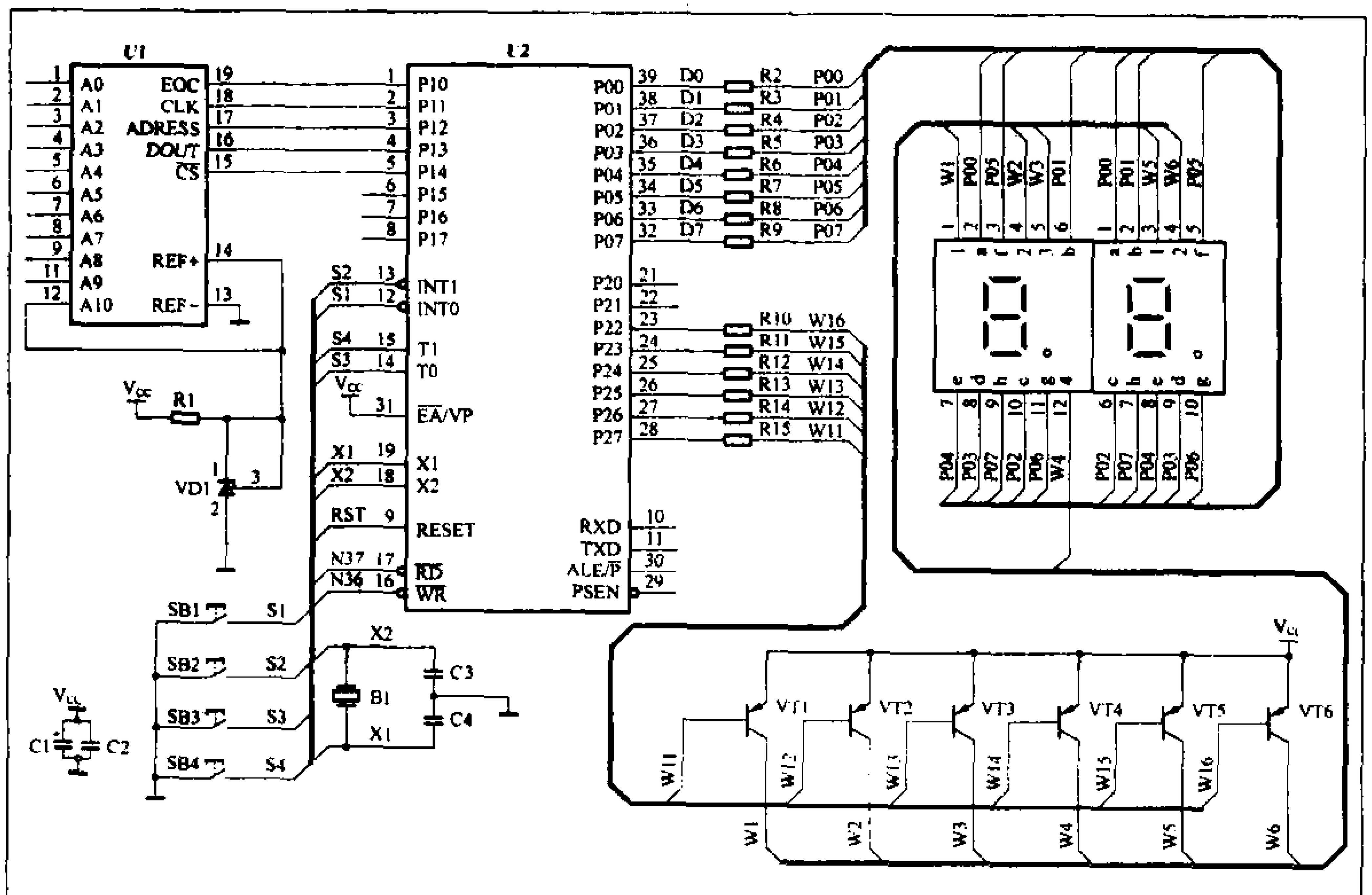


图2

通道号显示在第1位数码管上。

四、TLC1543驱动程序编写

由于采用串行接口，硬件电路简单却带来了软件编制的复杂性，初学单片机的入门者很难掌握这类芯片的编程方法，这给此类芯片的应用带来一定的限制。为解决这一问题，我们在实际应用该芯片的基础上写出了该芯片的驱动程序，有了驱动程序，使用者不必再关心TLC1543数据手册中的时序图之类不易懂的部分，只要了解清楚驱动程序的用法，即可使用该芯片。

TLC1543共有11条输入通道，这11条通道的编号从0～10，读取时，根据编号来获得相应通道的数据，此外，内部还有三条用于测试的通道，分别是接：$(V_{ref+}-V_{ref-})/2$、V_{ref-}和V_{ref+}，其通道编号分别是11、12和13。

详细的驱动程序见本期配刊光盘。

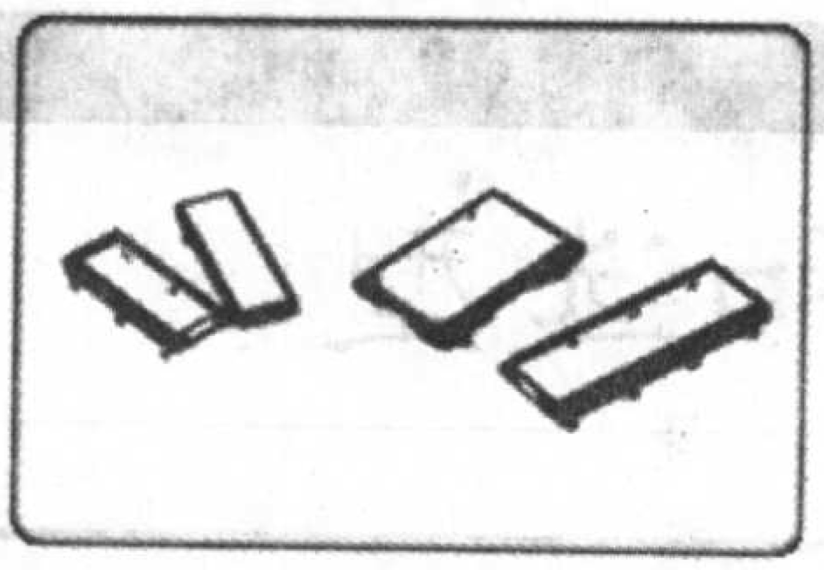


图1

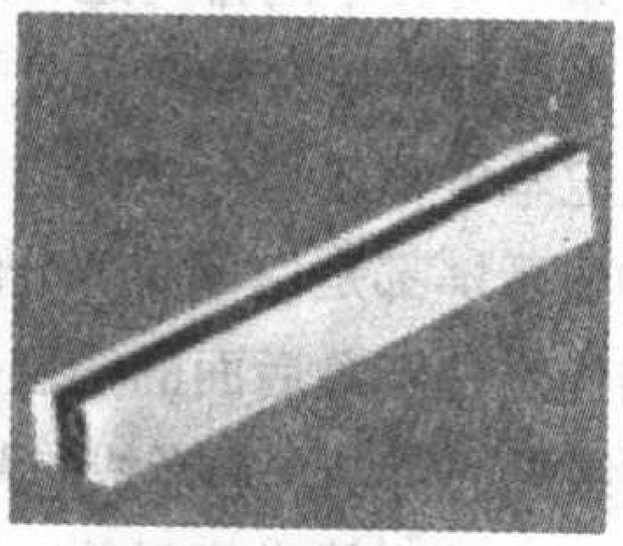


图2

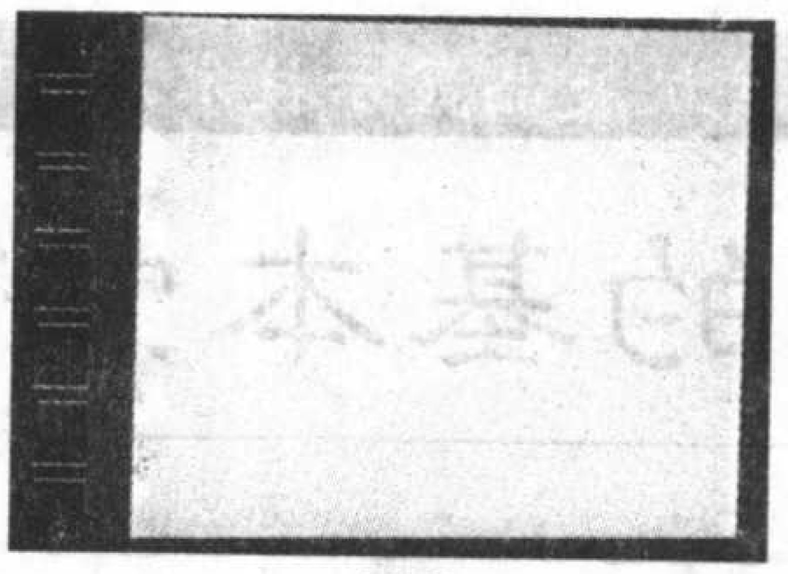


图3

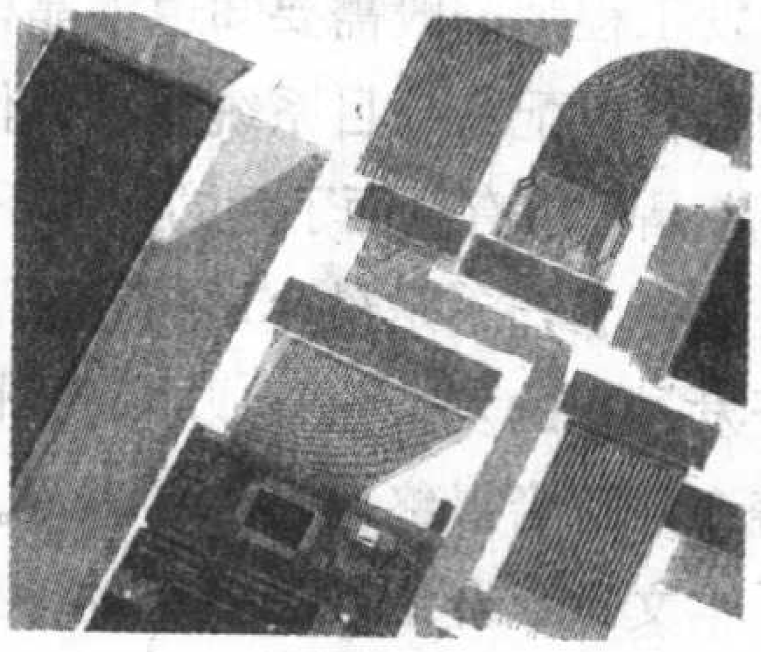


图4

Twisted Nematic)；(2) 超扭曲向列型 (STN－Super TN)；(3) 双层超扭曲向列型 (DSTN－Dual Scan Tortuosity Nomograph)；(4) 薄膜晶体管型 (TFT－Thin Film Transistor)。其中前三种的基本显示原理相同，只是液晶分子的扭曲角度不同。

LCD的每个像素点都由至少两根引线来控制，像素越多引线越多，且用一般的导线来连接很难完成，要将这些引线从玻璃基板上引到驱动系统的PCB上，在工艺上不是普通用户能掌握的。因此，LCD的制造商对LCD产品进行了进一步开发，制作出相应的驱动PCB和压框（见图1)，然后用压框和导带或导电橡胶（见图2，两侧为白色胶层，中间为导电层）将LCD固定在PCB上。PCB上包含了驱动系统及其所需的控制信号与电源，这就构成了液晶模组，简记为LCM。液晶模组所用的LED背光板及斑马线／软性线路板分别见图3、图4。

附表

项目	内容
液晶屏	1.点距 2.FSTN：FSTN速度较快，对比度和视角较好，适合于高行数，成本比STN高10%～20%，颜色和底色略有区别 3.STN
显示方式	1.固定型：一般将显示内容做成固定的 2.段码型："8"字形或"*"字形 3.字符型：常见的有5×8点振，可以显示一个字符 4.点阵型：可以显示字符、汉字和图形
温度	1.常温型：0 ℃～ +50℃ 2.宽温型：−20℃～+70℃
根据适用环境光照	1.反射型：无背光，有照明或白天使用，适合光线强的室外 2.透反射型：有背光，有光照或黑暗中，可以根据光线开闭背光，适合室外 3.透射性：有背光，有光照或黑暗中，背光必须开，不适合室外
背光	1.CCFL：适合大中型透射型液晶，需要导光板，亮度高，寿命长，需要逆变器 2.LED：适合中小型液晶，需要导光板，亮度高，寿命可达5万小时，通常不需要专用电源 3.EL：适合中小型液晶，超薄（<0.4mm），亮度低，功耗低，寿命短（2000小时）
模组结构	1.TAB：连接可靠，结构超薄，功耗很低，结构强度低，抗冲击弱 2.COG：连接可靠，不易发生霉蚀 3.COB：结构强度高，结构笨重，连接方式较差，功耗大 4.安装结构：焊接（锡焊）、螺丝固定、压装等
像素（分辨率）	1.1601、1602、1604等 2.12232、12864、19264等 3.像素大小
颜色	1.单色 2.伪彩 3.全彩
驱动芯片	通常，128行以下的液晶模组，不需要专门的液晶控制器，这类液晶驱动IC是将驱动和控制集成在一起的，如S6B0108、SED1520、S6B1713、S6B0741、SED1565等128行～240行通常采用驱动IC+控制IC的方式，常用的驱动IC如S6B0086、NT7701、T6A39等常用单色（无灰度）控制芯片有：T6963、SED1335、RA8802等
通信接口	1.并口（80方式） 2.并口（68方式） 3.串口（232方式） 4.串口（I^2C方式）
其他	1.依据结构确定液晶的尺寸，包括外形及有效显示区 2.使用环境的湿度和机械强度等

液晶模组的选型

选择哪一种液晶模组才能适合自己的应用需要，必须先了解液晶模组的分类。根据分类可以方便地确定自己需要使用的液晶模组了。

附表是常见的液晶模组的分类。

选型实例

下面结合一个小项目说明如何选型。例如做一个电话机显示屏的项目，假如是一个普通的电话显示屏，不需要显示很复杂的内容，可以选择段码的液晶，这里只需要考虑段码的尺寸；如果希望在光线很暗的环境中也能看清楚显示屏的内容，则需要选择带背光的液晶，当然还要注意液晶的工作电压；如果是一个具有传真功能的电话机，需要显示一些除了数字外的字符，信息量也大一些，可以考虑用字符型的，常见的传真电话用1601的液晶居多，同时，尺寸、背光和工作电压也是需要考虑的；如果是街边常见的IC卡电话机，需要显示汉字图形等信息，则要选择点阵LCM，显示的信息量会更大，这里需要注意的是像素的尺寸，它会影响到显示内容的生动性；当然，如果你做的项目是类似PDA的掌上电话，则需要用到彩显，需要考虑的因素就更多了，比如像素的多少、尺寸、色彩、背光的种类、安装尺寸、驱动方式等。

液晶的选型是很复杂的，本文只是简单地介绍了一些常见的分类方法，

单线控制计时模块

文 / 熊亚希

一个好的系统，应该像搭积木一样，由若干个子系统模块搭建而成。作为一名优秀的电子爱好者，重要的不是看他能在多少时间内完成某个系统设计，而是看他怎样合理利用自己拥有的各个子模块，并在设计制作中修正优化各子模块，尽量做到简单、通用。

本文介绍的单线控制计时模块就是一个外部系统仅通过一根线就能控制计时启停的模块，电路简单，焊接方便，实用性强，稳定性高，适合绝大多数电子爱好者制作。

一、系统说明

本单线控制计时模块电路见图1。此模块与外部控制系统接口仅有两根电源线（+5V、GND）和一根控制线CTRL。CTRL线采用电平控制，当CTRL线为高电平时，子模块从0开始（重新）计时；当CTRL线为低电平时，子模块停止计时，并且停止计时指示灯LED亮2s。刚开机时，外部系统应在尽量短的时间内将CTRL控制线拉低（0.5s以内），否则易出现误计时。

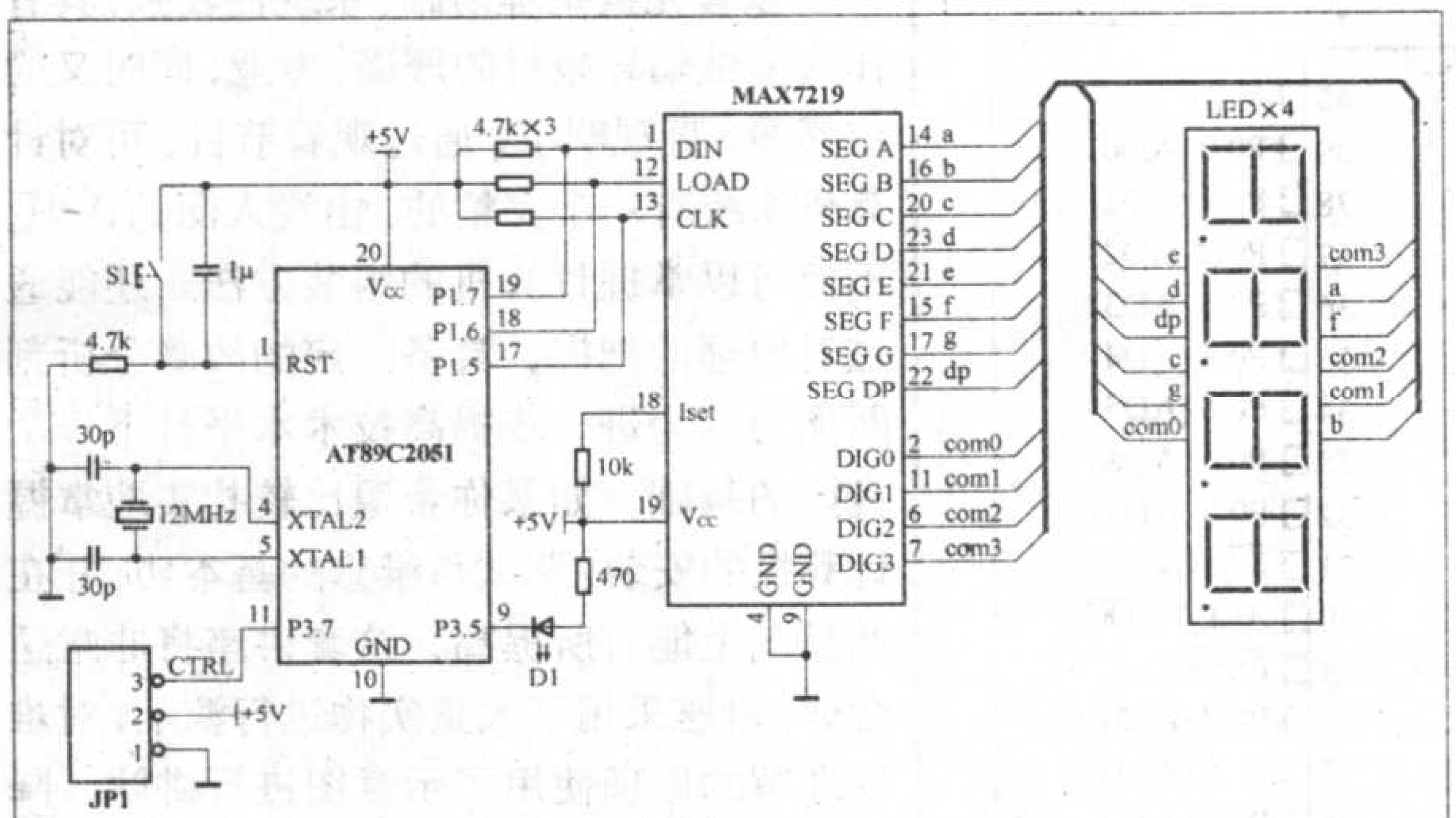


图1

模块采用AT89C2051单片机作为主控制器，外接MAX7219专用显示芯片进行动态LED扫描显示。

二、芯片介绍

1.控制芯片AT89C2051

AT89C2051管脚排列见图2。

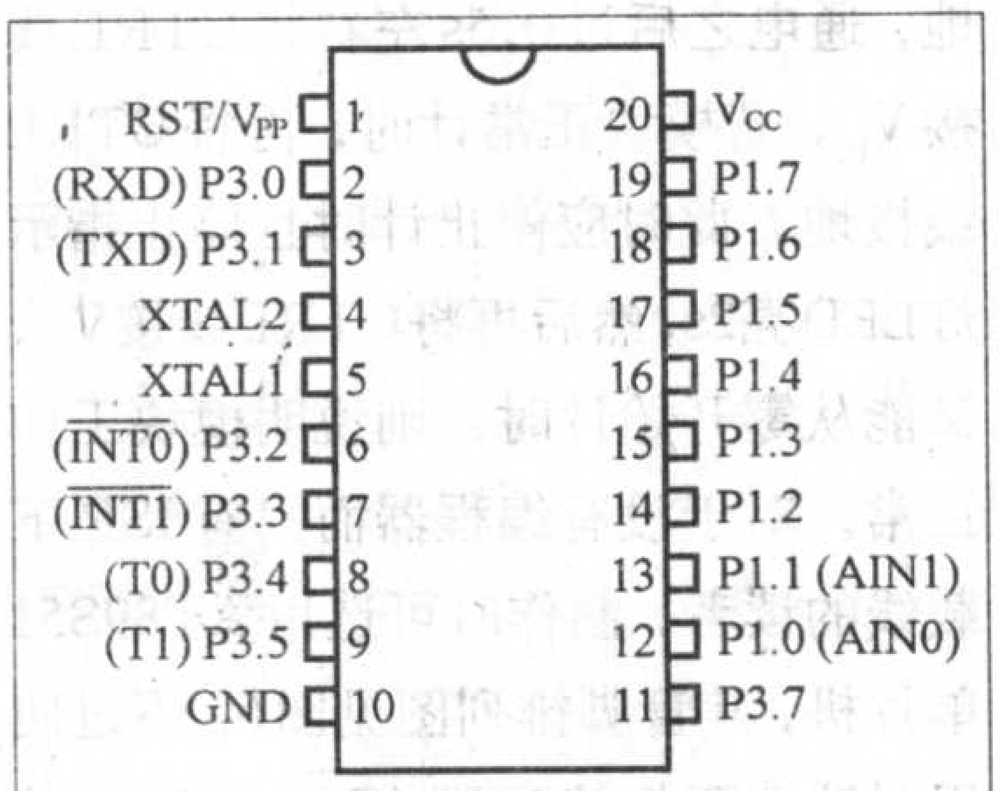


图2

本模块中单片机AT89C2051所用到的I/O口如下：

P3.7——外部系统CTRL控制线；

P3.5——停止计时指示LED输出线；

P1.7——MAX7219串行数据线；

P1.6——MAX7219选通控制线；

P1.5——MAX7219串行时钟线。

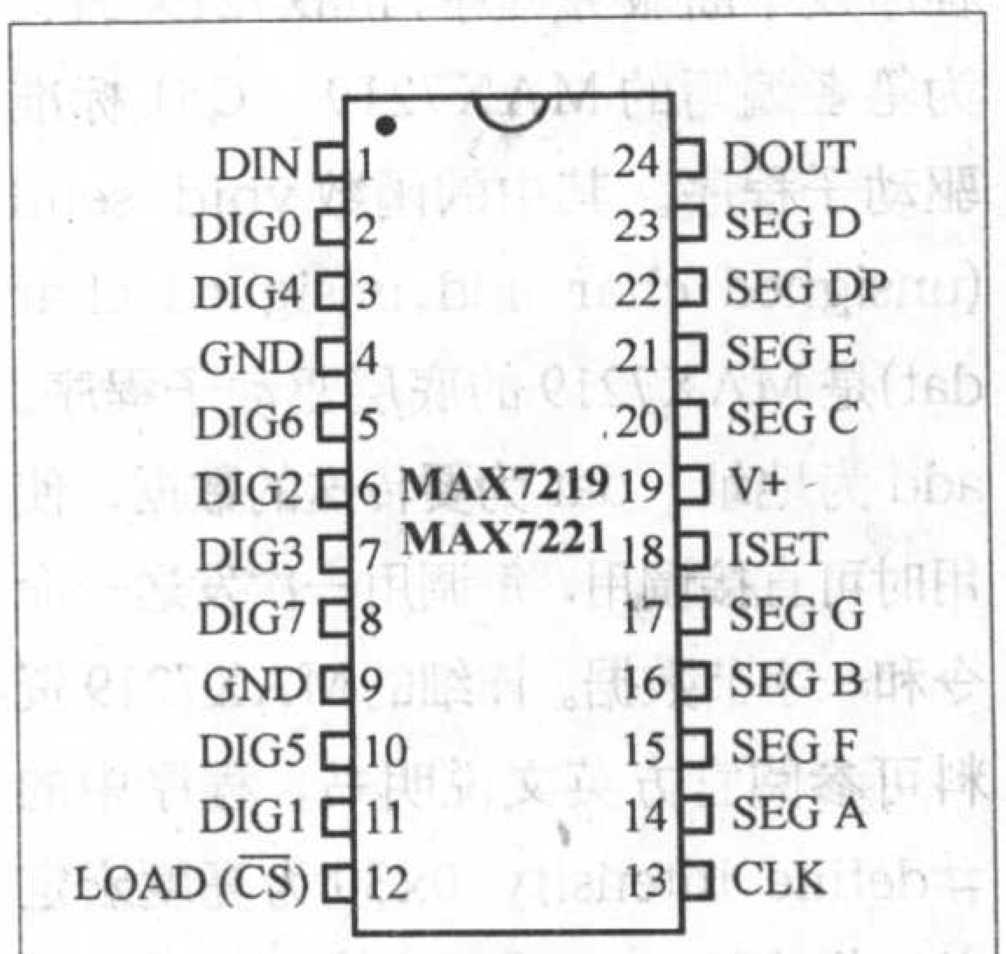


图3

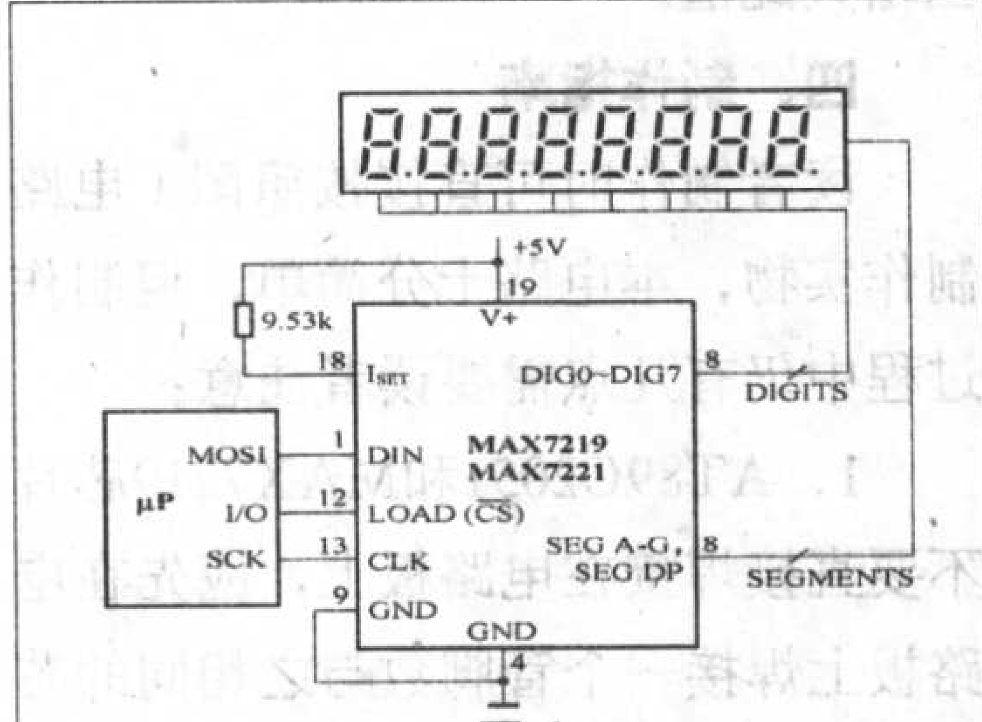


图4

2.专用显示芯片MAX7219

MAX7219是美国MAXIM公司生产的LED专用显示芯片，其内部自动产生动态扫描LED的时钟，最多可同时驱动8位LED，并且支持串接以显示更多的LED，因此单片机可省下大部分的CPU时间处理别的事情。而且其与单片机之间采用SPI接口，接线简单，控制方便。其管脚排列见图3。其典型应用电路见图4。读者可以到www.maxim-ic.com.cn/samples/网站上去申请免费样片。

供大家参考。希望大家在选择液晶产品之前，充分了解液晶模组的一些参数，最好多听听液晶产品专业人士的建议，避免走弯路。大家有什么单片机液晶显示方面的问题，也可以到单片机显示技术论坛http://www.mcubbs.net/bbs/或《无线电》杂志论坛http://www.radio.com.cn/bbs/进行讨论。

三、使用指南

限于篇幅，此处仅简单介绍程序功能，详细程序见本期配刊光盘，读者可自行参阅注释理解。

程序部分由两文件组成：即main.c和max7219_51.c。main.c中包含主程序及中断服务程序，max7219_51.c为笔者编写的MAX7219　C51标准驱动子程序。其中的函数void send (unsigned char add,unsigned char dat)是MAX7219的底层驱动子程序。add为地址，dat为要传送的数据，使用时可直接调用，每调用一次发送一命令和一字节数据。详细的MAX7219资料可参阅官方英文说明书。程序中的#define intensity 0x30为亮度宏定义，若感觉LED显示亮度不够，可适当增大此值。

四、制作指南

读者制作时可直接按照图1电路制作实物，本电路十分简单，但制作过程中仍有几点需要读者注意：

1. AT89C2051和MAX7219芯片不要直接焊接在电路板上，应先在电路板上焊接一个管脚数与之相同的芯片插座，等焊接好后再插上芯片。这样可以防止焊接过程中烧坏芯片，而且更换芯片也方便。另外，由于MAX7219是窄DIP24脚封装，市场上一般没有直接相对应的芯片插座，因此可采用一个DIP16和一个DIP8的插座合起来作为其插座使用。

2. 显示LED最好采用4个并在一起的LED共阴数码管（电子市场有售）。这样焊接方便、迅速。若没有此LED，则读者可以自己按照LED并接的方式将4个单一的共阴数码管并接在一起。方法如下：将4个单一的LED的a－dp脚分别连在一起，即成为一组a-dp脚，同时空出每个LED的com脚，这样LED数码管从最高到最低位的位选端依次为com4、com3、com2、com1。这样接好后就可直接替代4个

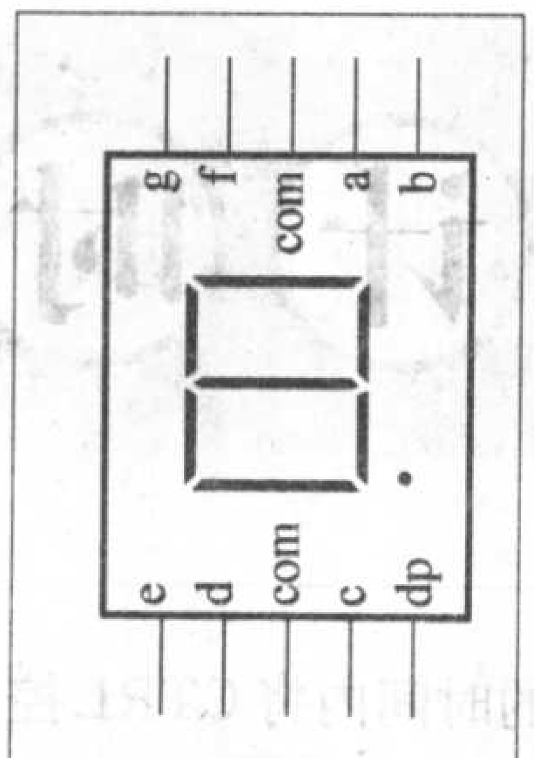


图5

并在一起的LED数码管。单一LED数码管的管脚排列见图5。

3. 由于本电路只是一个子模块，所以焊接时一定要留好对外部系统的接口，如图1中的JP1。这样使用方便，也可避免经常拆焊线路。

4. 全部电路焊接好后，最后的一步是对单片机编程。利用编程器将本期配刊光盘中的counter.hex文件烧写到AT89C2051中，通上电源就可测试了。不过通电前应先将CTRL线接地，通电之后过0.5s左右将CTRL线接V_{cc}，若模块正常计时，再将CTRL线接地，此时应停止计时且停止指示灯LED亮2s，然后再将CTRL线接V_{cc}，又能从零开始计时，则说明模块工作正常。对于没有编程器而只有ISP下载线的读者，制作时可选用AT89S51单片机，其管脚排列图见图6。不过使用时注意要将其31脚（$\overline{EA}$）接V_{cc}，其他地方按照图1对应管脚焊接即可。（编者注：关于下载线的制作，读者可参考本刊上期杂志第46页的相关介绍。）

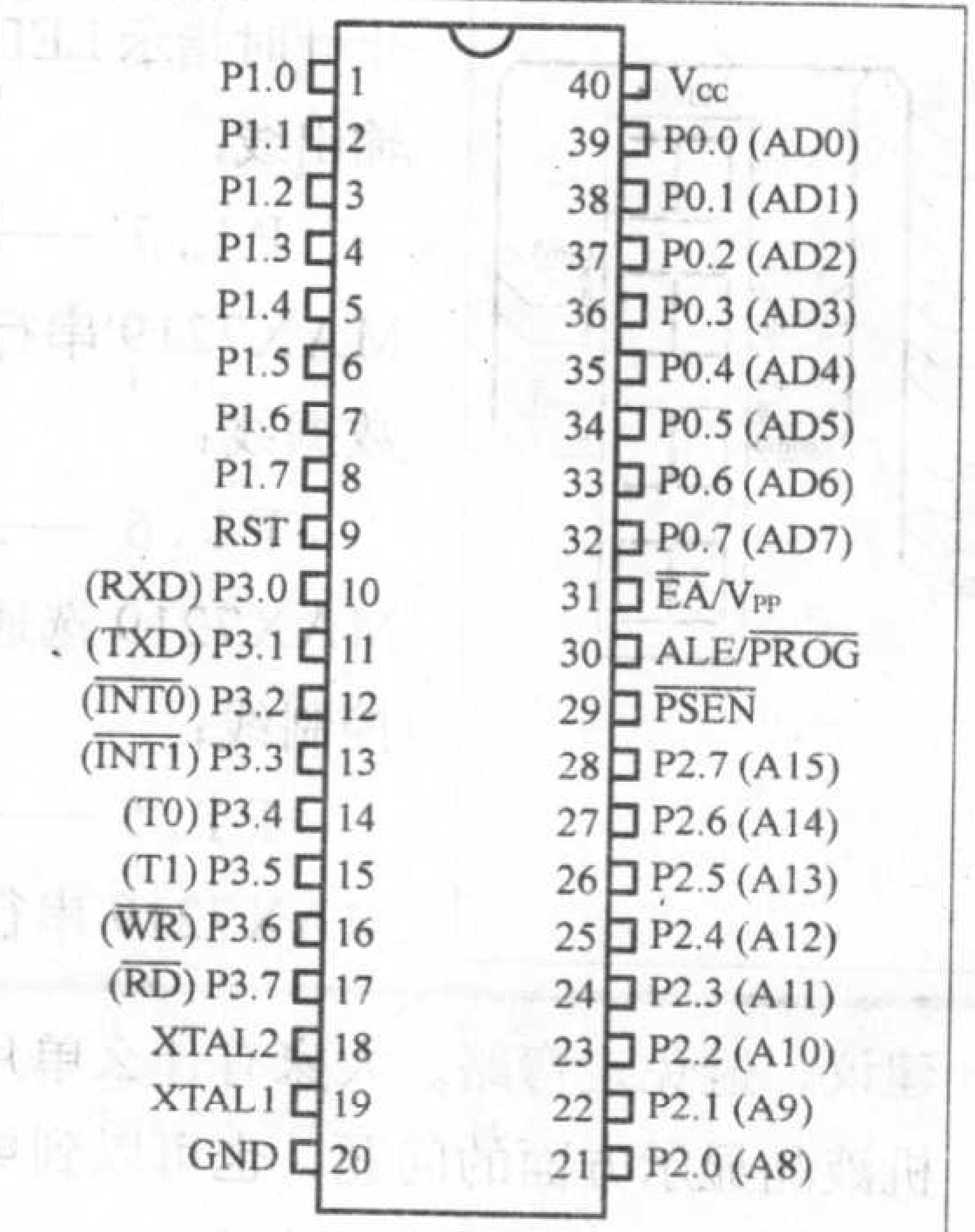


图6

虽然本模块仅实现了一个计时的功能，但是读者可以通过简单修改硬件及程序使之实现更多的功能。例如可以将控制线改成两根线，这样可以实现串行通信，而通过串行通信就能实现许多的功能。

欢迎购买

《计算机安装、调试与维修》

系列VCD讲座

由本刊策划编辑、天津广播电视大学韩广兴教授主讲、天津涛涛多媒体工作室拍摄制作的计算机装调人员职业技能鉴定考核辅导教程——《计算机安装、调试与维修》已经出版发行。

该套光盘主要针对计算机安装、调试与维修从业人员而制作，家电维修人员若想从事计算机维修方面的工作也可用它来进行学习，这套光盘也可供一般的电脑爱好者或电子爱好者进行电脑组装、日常维护和简单故障的排除时参考。

该套光盘的内容根据信息产业部计算机装调人员职业技能鉴定考核大纲编排，分为主机篇和外设篇两部分。主机篇主要介绍了计算机的组成结构和CPU、内存、主板、显卡、硬盘、软驱、光驱、键盘、鼠标等主要部件的工作原理，详细地介绍了计算机硬件的组装过程、BIOS的设置、硬盘分区格式化和操作系统的安装方法。外设篇介绍了常用的显示器、打印机、扫描仪和数码相机、数字摄录一体机的结构特点、工作原理和常见故障检修。

该套光盘条理清晰、系统性较强，具有作为考试辅导教材的严谨、专业，同时又通俗易懂、直观明了，通过观看节目，可对计算机系统有一个完整的、由浅入深的认识。不但可以掌握计算机的组装方法，还能通过对原理的把握，具备一定的故障分析判断能力，为进一步提高技术水平打下一个良好的基础。如果你希望比较扎实地掌握计算机的安装、调试与维修的基本功，并在此基础上能有所提高，这套讲座将非常适合你。讲座采用了大量实物进行演示，对难以理解的原理使用了示意图进行讲解，降低了学习的难度、方便读者自学。

该套光盘共10张VCD，定价198元／套，欢迎购买！汇款地址：（100061）北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志。

用程序循环体作定时器的应用

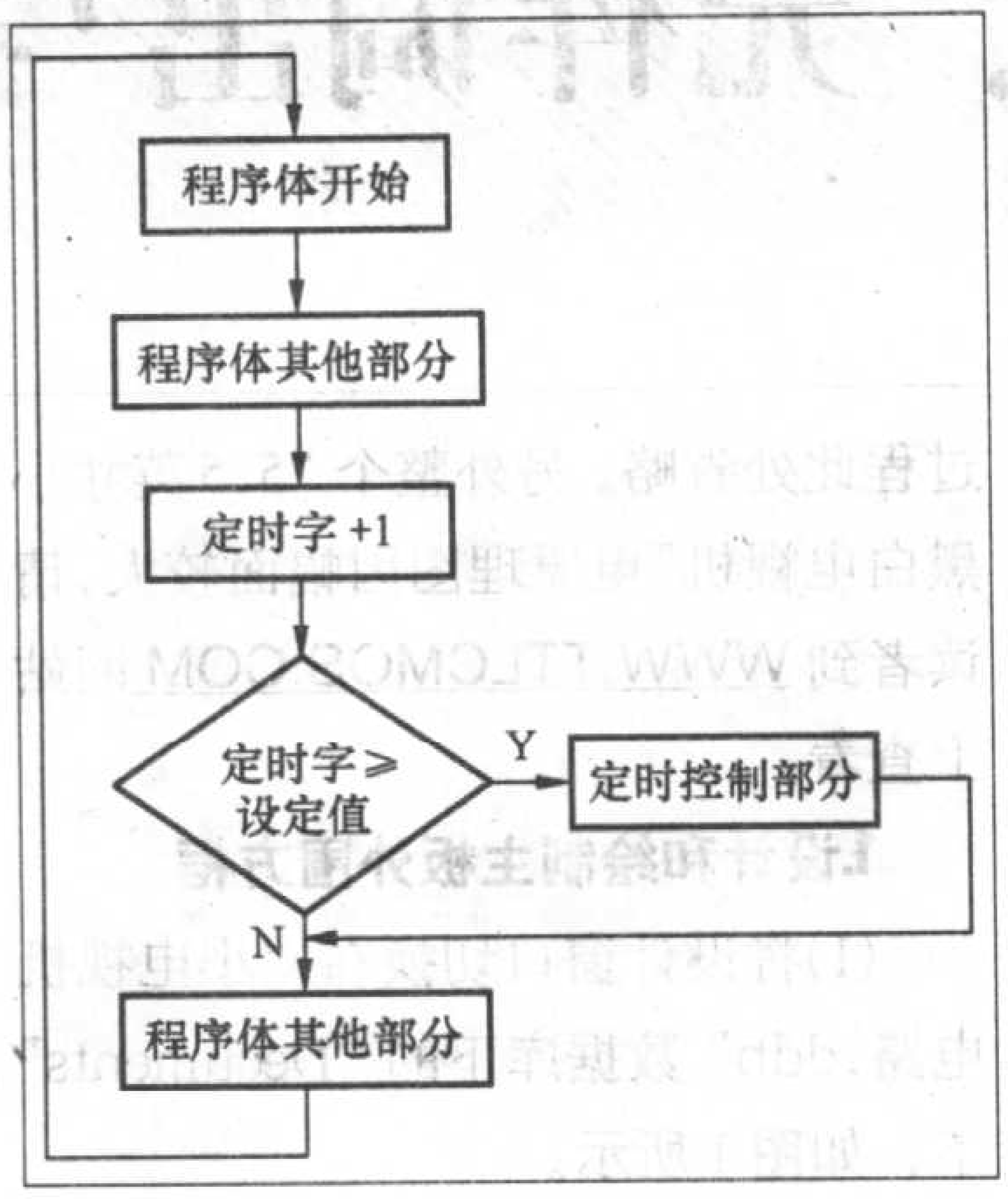
文/陈剑锋

在单片机程序的编程中，经常要用到时间定时。常规的定时方法有利用片内或片外的定时器定时，或调用延时子程序定时。前者是利用硬件定时，定时准确，不占用程序执行时间，但对硬件资源有所要求。一般片内的定时器数量有限，编程中往往不够用，如果扩展外部定时器，会占用I/O口资源，增加开发成本。后者调用延时子程序定时，程序简单，不需要硬件支持，但在运行定时子程序时，除了中断外，其他程序段将暂时不予执行，等延时子程序跳出后才开始执行其他程序段，对于延时时间比较长的延时子程序将占用大量时间资源，会对程序中需要频繁循检的程序段产生冲突。两种定时方法各有优缺点，在应用中需要一种折中的方法。

本文介绍一种利用程序循环体作定时器的方法。这种方法也是一种软件定时的方法，与调用延时子程序定时不同的是，它在主程序中设置一个累加单元，程序每循环一周累加单元加1，同时判断累加单元中的值是否已达到设定值。如果没有达到设定值，继续程序体的执行，不影响其他程序执行。如果达到设定值，程序可跳转到分支程序或子程序，执行需要定时执行的控制程序，完成后返回程序循环体。附图是程序循环体用作定时器的流程框图。

以下是一段按键升电流的实际应用程序，当P1.4口低电平时，R6增加。当点动按钮时，每次R6加1，按键时间大于设定值Upspeed时，R6连续增加，最后将R6的值赋给D/A输出数据寄存器DAC12_0DAT。

```
#include    <msp430x16x.h>
            ORG    01100H
Add_Unit    EQU    0300H
```




```
Upspeed    EQU    0302H
Mainloop
…
bit.b  #BIT4,&P1IN       ;检测键是否按下，按下为低电平
jnz  ClrUnit
call  #Delay ；延时去抖
bit.b  #BIT4,&P1IN
jnz  NextPro；是干扰跳至NextPro，否则继续
inc  Add_Unit；主程序循环至此Add_Unit加1
cmp   #0FFH,Add_Unit；Add_Unit值大于0FFH调升电流子程序
jn  NextPro；否则退出
call #RainCurrent        ;调用升电流子程序RainCurrent
inc  Upspeed
mov   #0H,Add_Unit；Add_Unit值清零
jmp  NextPro
ClrUnit
mov #0H,Upspeed
mov  #0H,Add_Unit
NextPro
mov R6,&DAC12_0DAT；给DAC赋值
…
jmp  Mainloop
End
RainCurrent
cmp  #0H, Upspeed；按键计时值Upspeed为零时加1
jnz     CmpR_0
inc     R6
jmp   Up_Ret
CmpR_0
cmp  #01FEH, Upspeed;Upspeed按键计时大于01FEH连续增加R6
jn  Up_Ret；否则跳出
cmp  #0FFEH,R6；比较R6与D/A输出的上限值
jn  AdcR；R6小于0FFEH则跳至AdcR
mov  #0FFFH,R6；将R6赋最大值输出
jmp  Up_Ret
AdcR  inc  R6
Up_Ret  RET
```

在这个程序中，用到两个定时字Add_Unit和Upspeed。Add_Unit代表给定值上升的速率，主程序每执行一周，Add_Unit的值加1，当Add_Unit值大于0FFH时进入分支程序，调用升电流子程序，间隔时间＝程序循环周期×0FFH。Upspeed的值表示按键按下多长时间后进入连续升电流模式。每次程序执行语句inc Upspeed后，在下一个RainCurrent子程序的调用中与01FEH比较，大于01FEH则进入连续升电流模式，定时判断的时间＝0FFH×01FEH×程序执行周期。

严格地说，程序执行周期不是一个常量，因为程序中分支程序和中断程序的执行有一定的不确定性。但在一段时间内，程序的平均执行周期变化不会很大。基于以上论点和实际应用的实测，在对定时要求不是特别精确的地方（大部分定时不要求很精确），例如按键延时等有良好的效果，并且在延时判定的过程中，不影响程序的其他部分运行，相对第一种方法节约了硬件资源。可以看出这种利用程序循环体定时的方法是前面讲的两种常规方法的一种很好的折中。

板框设计、元件调出与合理布局

文 / 黄培根

Protel PCB 99 SE除了能实现全自动布线、半自动加手工调整布线之外，还能进行纯手工布线，除了能设计双面板和多层板之外，也能绘制单面板。业余条件下制作多层板已不可能，在不受电路板尺寸限制情况下，绘制单面、双面板都可以，用全自动布线或半自动布线视个人喜好决定。但在有限的敷铜板尺寸限制下，最大限度地利用敷铜板，尽可能地做到合理地布局更多的电子元件，用纯手工绘制单面板、并结合“跳线”工艺，笔者认为是业余条件下绘制电路板的最佳选项。其理由有以下几点：1.业余条件下由于无法制造“过孔”，而且使用双面板在焊接和拆卸元件时会遇到麻烦；2.全自动布线虽然快捷规范，但不能使元件布局紧凑，最大限度利用敷铜板；3.单面板无论从焊接、调试或是将来维修拆换元件都非常方便，且可以做到全部元件安插在敷铜板的顶层，并印上元件的外形标注，全部焊点都在底层，简洁清楚。一个最典型的应用实例就是电视机的主板，在有限的敷铜板尺寸限制下，既密集又合理地容纳下彩电那么多电子元件，还能为日后修理拆换元件带来方便。下面就以绘制“5.5英寸小黑白电视机主板”为例，介绍业余条件下用纯手工绘制单面板技术。

在设计和绘制5.5英寸小黑白电视机主板之前，我们不妨先在Protel 99 SE中创建一个“小电视机电路.ddb”数据库文件，为节省篇幅，创建过程此处省略。另外整个“5.5英寸小黑白电视机”电原理图因幅面较大，请读者到 WWW.TTLCMOS.COM 网站上查看。

1.设计和绘制主板外围方框

(1)将设计窗口切换在“小电视机电路.ddb”数据库下的“Decuments”下，如图1所示。

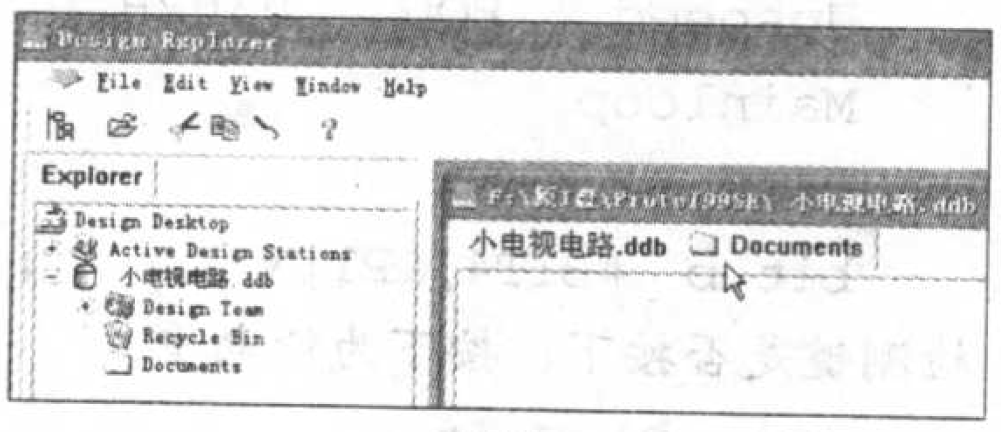


图1

(2)单击菜单“File/New ”，弹出的对话框如图2所示，选中“PCB Document”再按下方“OK”按钮，即在“Decuments”下创建了一个“PCB1.PCB”文件，将其改名为“主板.PCB”，如图3所示。

(3)双击“主板.PCB”图标，即可打开PCB设计窗口，如图4所示。

(4)将左侧设计管理窗口切换在“Browse PCB”选项卡下，再单击左下角“Current Layer”栏下拉箭头选“KeepOutLayer”或直接单击PCB窗口下方“KeepOutLayer”板层标签，将设计窗口切换在“禁制板层”(注：更确切的应切换到第4机械板层Me-chanical Layer 4)，并单击菜单“View/Toolbars/Placement Tools”调出“图件放置工具栏”，如图5所示。

(5)根据整个5.5英寸小黑白电视机电原理图分析、估算，得到其主板需尺寸为178mm × 135mm的敷铜板，折算约为7260mil × 5500mil。

(6)单击“图件放置工具栏”中上行第2个“连线”工具，在窗口左上方任意向右拉一段连线，如图6所示。

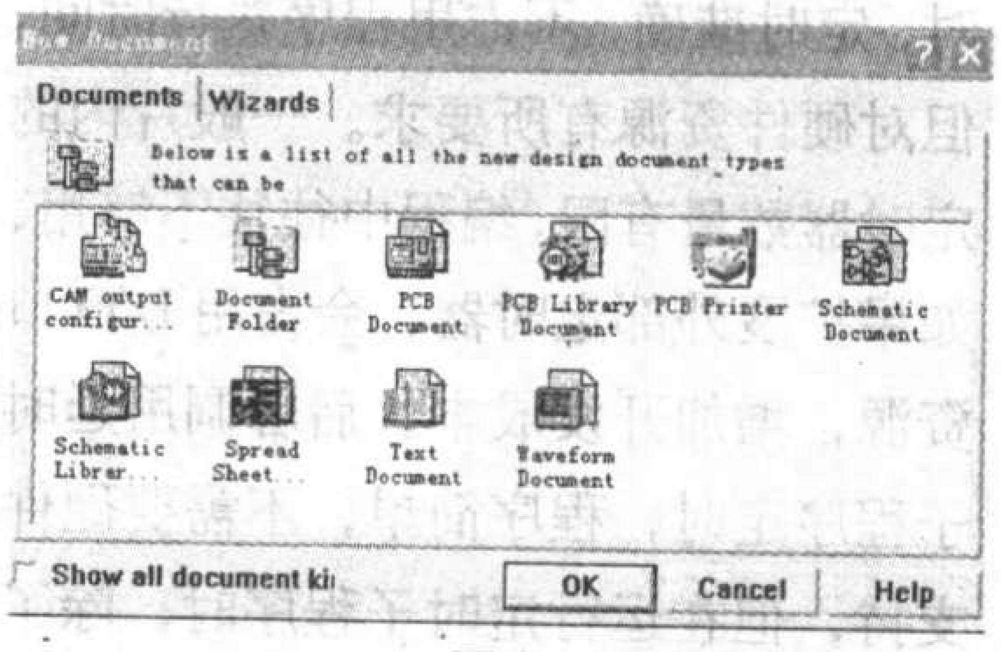


图2

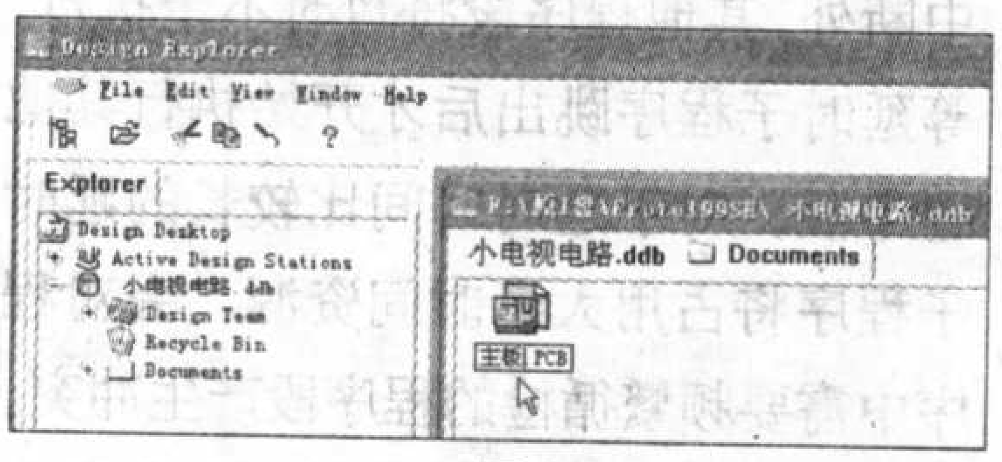


图3

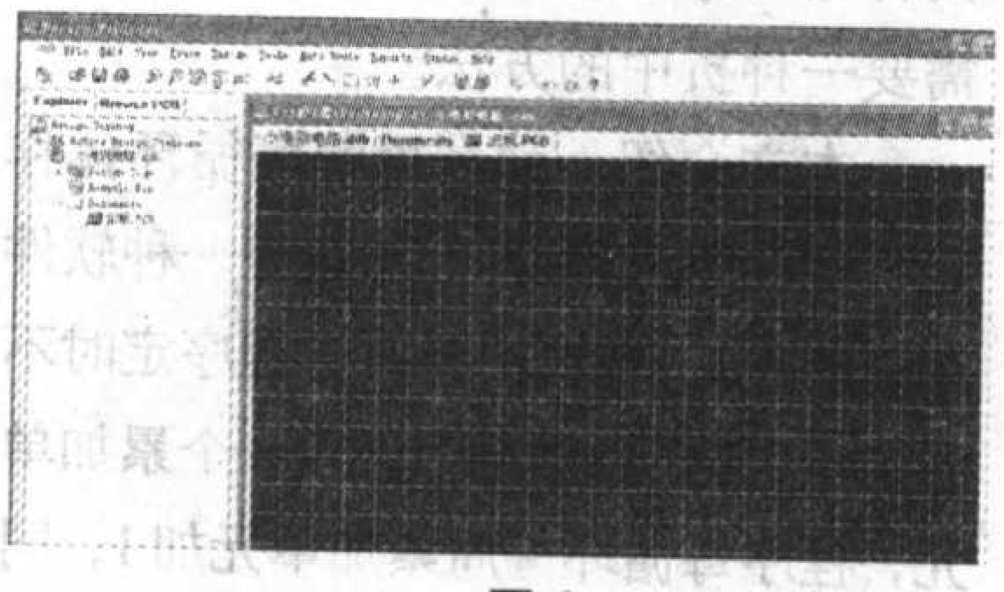


图4

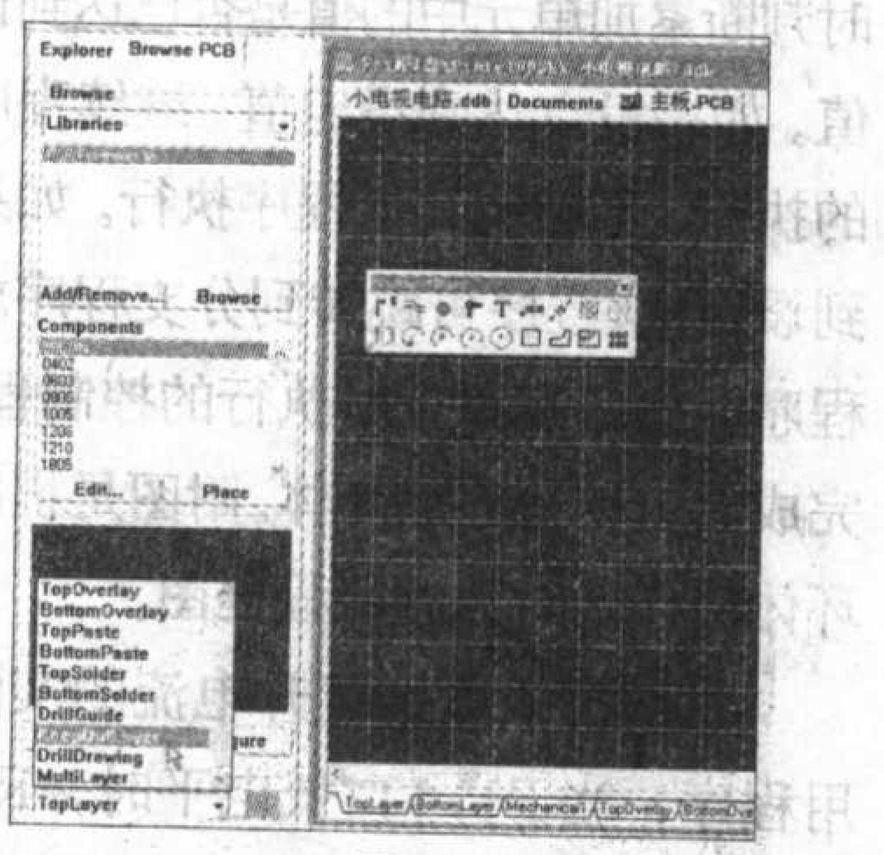


图5

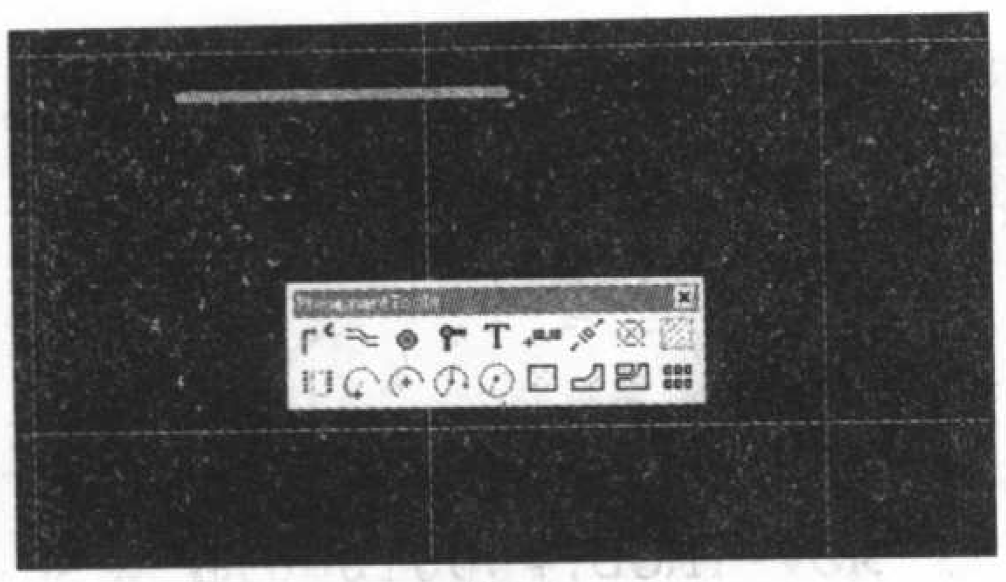


图6

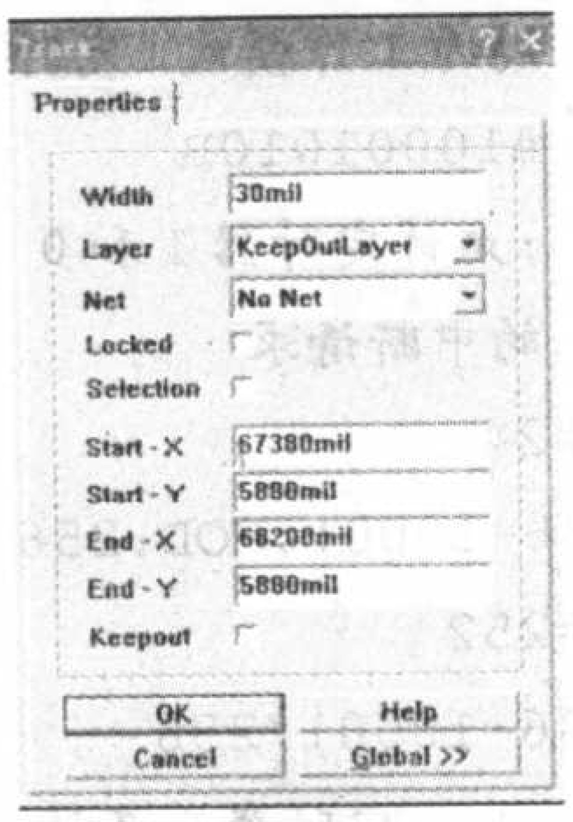


图7

(7)双击这段连线，将出现如图7所示对话框，将“Width”栏改成“30mil”。从对话框的下方“Start-X栏 67380mil”和“End-X栏68200mil”可以知道这段连线实长820mil(注：68200mil-67380mil=820mil，读者画出的连线位置不一样，得到的数据会和它不同)，因为我们需要的主板长为7260mil，因此将“End-X 68200mil”栏数据改成“End-X 74640mil”，即67380mil+7260mil=74640 mil，然后单击下方“OK”按钮，即得到主板的外围方框的上边框线段长7260mil。用相同的方法可以画出左、右、下边框，如图8所示。

(8)由于整个“5.5英寸小黑白电视机主板”的电路比较复杂，我们可以将它的主板“分块”进行设计和绘制，将图8分成4块，如图9所示。先进行

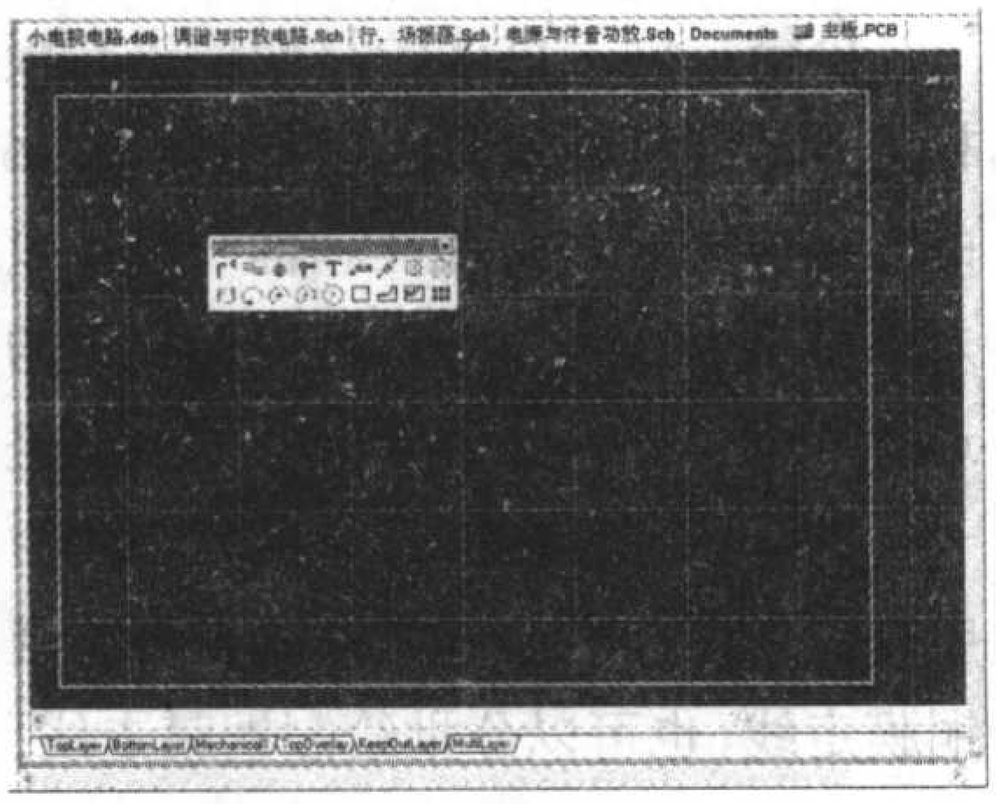


图8

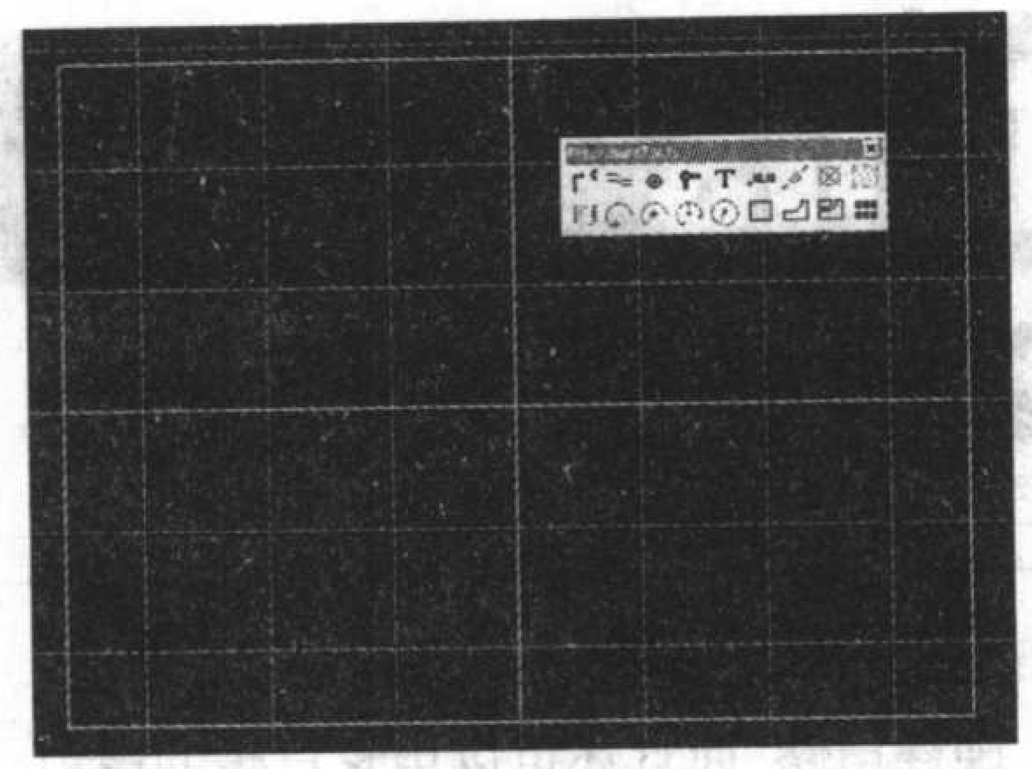


图9

左下角方框内元件布局，这部分主要安排5.5英寸小黑白电视机的“稳压电源和伴音功率放大”部分。

2.元件布局

一旦我们在Protel 99 SE中建立了一个PCB文件，Protel 99 SE系统就会自动默认将其元件封装库文件“PCB Footprints.lib”加载到设计管理器窗口的“Browse PCB”选项卡下的“Libraries”栏中。如上所述，正是由于Protel 99 SE系统的元件封装库文件“PCB Footprints.lib”中的现成元件封装不适合业余制版，所以我们才自己创建了元件封装库，因此，在进行5.5英寸小黑白电视机主板设计之前，我们要将“自建元件封装库.ddb”文件加载到“Libraries”栏中，具体操作如下：

(1)在“主板.PCB”设计窗口下，将左侧设计管理器切换在“Browse PCB”选项卡下，单击“Browse”栏下的下拉箭头，选其中的“Libraries”项，这时可以看见“PCB Footprints.lib”文件已经自动被加载到列表框中了，如图10所示。

图10

(2)单击下方“Add/Remove”按钮，将出现“PCB Libraries”对话框，根据“自建元件封装库.ddb”保存的路径，在“寻找范围”内找到E：\Program Files\Design Explorer 99 SE\Library\Pcb \Generic Footprints文件夹。选中下方“自建元件封装库.ddb”文件，如图11所示。

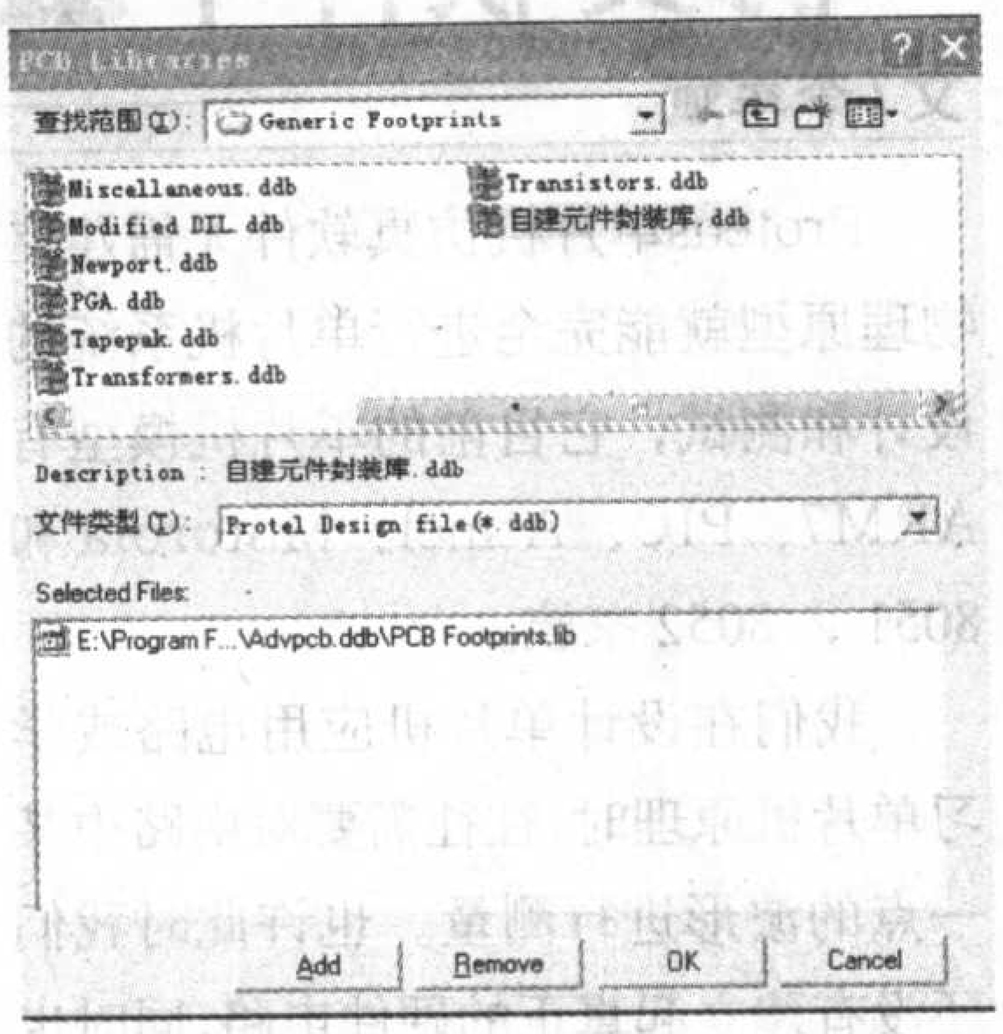


图11

(3)单击下方“Add”按钮，在“Selected Files”栏下将出现“自建元件封装库.ddb”下的许多“.LIB”文件，再单击“OK”按钮，即可将自建元件封装库中各“.LIB”文件加载到左侧“Browse PCB”选项卡的“Libraries”栏下，如图12所示。

图12

(4)单击设计窗口左侧“Browse PCB”选项的“Libraries”栏下“电容.LIB”文件，在下方“Components”栏下有许多自己创建的元件封装名称，单击“10μF电解电容”选中，再单击下方“Place”按钮，鼠标将带出一个电容，如图13所示，在窗口上单击鼠标左键，即可将电容放置在设计窗口中。

(5)从图13中可以看到调出的元件边上有两项标注：一是“Designator”，一是“Comment”，先双击“Designator”标注，将弹出如图14所

Proteus 仿真软件中虚拟示波器的使用

文/李军斌

Proteus单片机仿真软件无需建立物理原型就能完全进行单片机系统的设计和测试，它目前的单片机模型有ARM7、PIC、Atmel、Motorola和8051 / 8052家族。

我们在设计单片机应用电路或学习单片机原理时,往往需要对电路中某一点的波形进行测量。也许此时我们还没有建立起真正的硬件电路,同时也没有示波器,在这种情况下,为了验证设计电路和程序的正确性，Proteus和它所自带的虚拟示波器就给我们带来了极大的方便。它不仅可以让我们搭建起一个虚拟的、以单片机为核心的硬件电路,而且还可以用它自带的虚拟示波器对我们所关心的信号进行测量。

比如,下面是一段利用单片机中的定时/计数器在指定的单片机引脚上产生预定时宽波形的源程序：

```
;这是一段用定时器0产生1ms方波,定时器1产生5ms方波的程序
    ORG 0H
    JMP BEGIN
    ORG 0BH            ;设置定时器0
                        的中断入口地址
    JMP T0_INT
    ORG 1BH            ;设置定时器1
                        的中断入口地址
    JMP T1_INT
BEGIN:
    MOV SP,#60H
    MOV TMOD,#00010001B
                       ;设置定时器0和1
                       均为工作模式1定时
    MOV IE,   #10001010B
                       ;允许定时器1和0
                       的中断请求
    MOV TL0,#24          ,
      ;(65536-1000).MOD.256
    MOV TH0,#252
      ;(35536-1000)/256
    SETB TR0           ;定时器0开始
                        1ms定时
    MOV TL1,#120
      ;(65536-5000).MOD.256
```

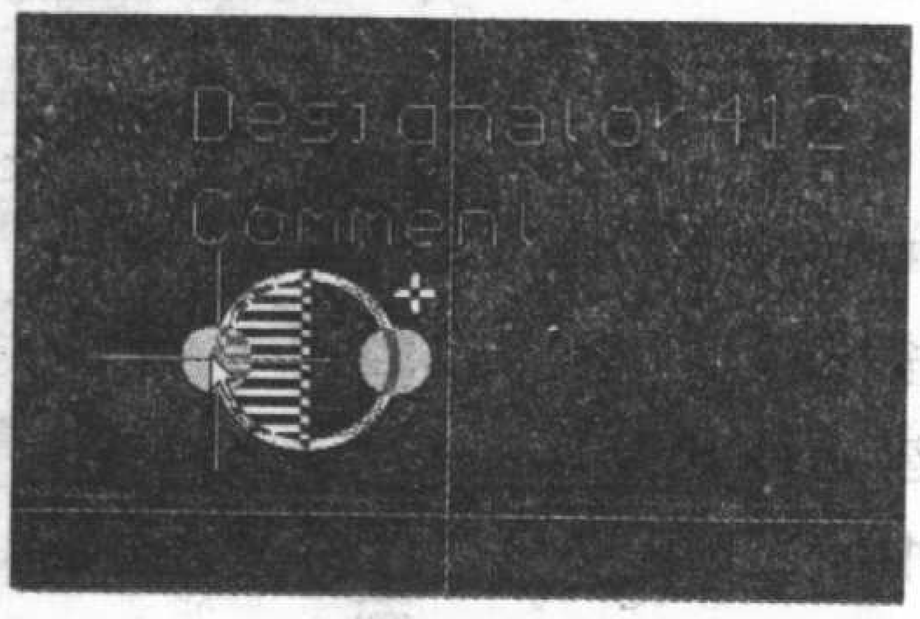


图 13

示对话框，删除“Text”栏的文字内容，单击“OK”按钮退出，然后再双击“Comment”标注，也会弹出图14所示对话框，在“Text”栏中输入元件序号，单击“OK”按钮退出。如果要对元件序号标注(或元件本身外形)进行转向或翻转，可以单击该元件序号标注，使其在选中状态下，同时按下“空格键”可以使元件序号标注旋转90°，同时按下“X”键可以使元件序号标注水平反置。

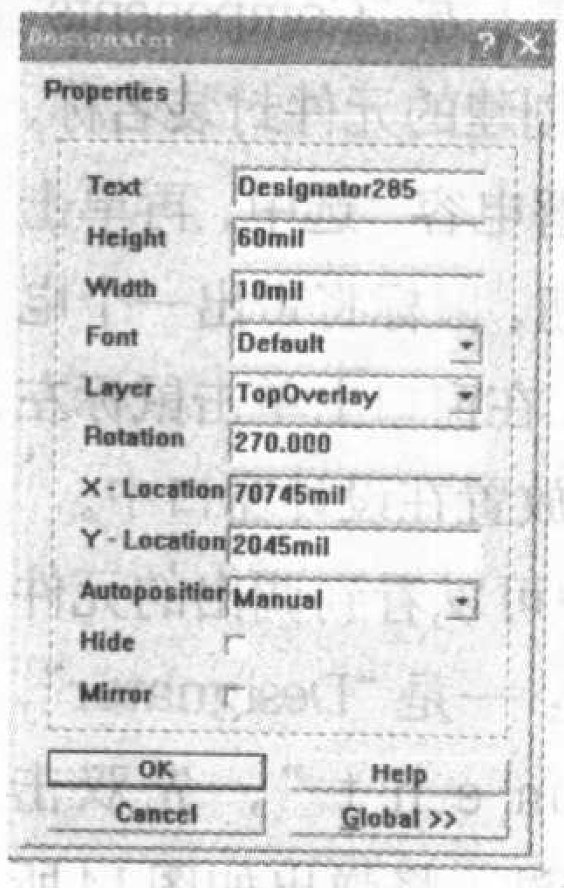


图 14

(6) 5.5英寸小黑白电视机的“稳压电源和伴音功率放大”部分共需电解电容10只,调出并设置完成后如图15所示 (注:这里的10只电解电容元件序号之所以全部反置,是为以后在电路板顶层印上元件序号标注作准备的，这里反置，通过转印就恢复正置了）。

(7)参照5.5英寸小黑白电视机电路的原理图，将“稳压电源和伴音功率放大”这两部分电路的大部分元件及部分其他电路元件调出并整理后如图16所示。

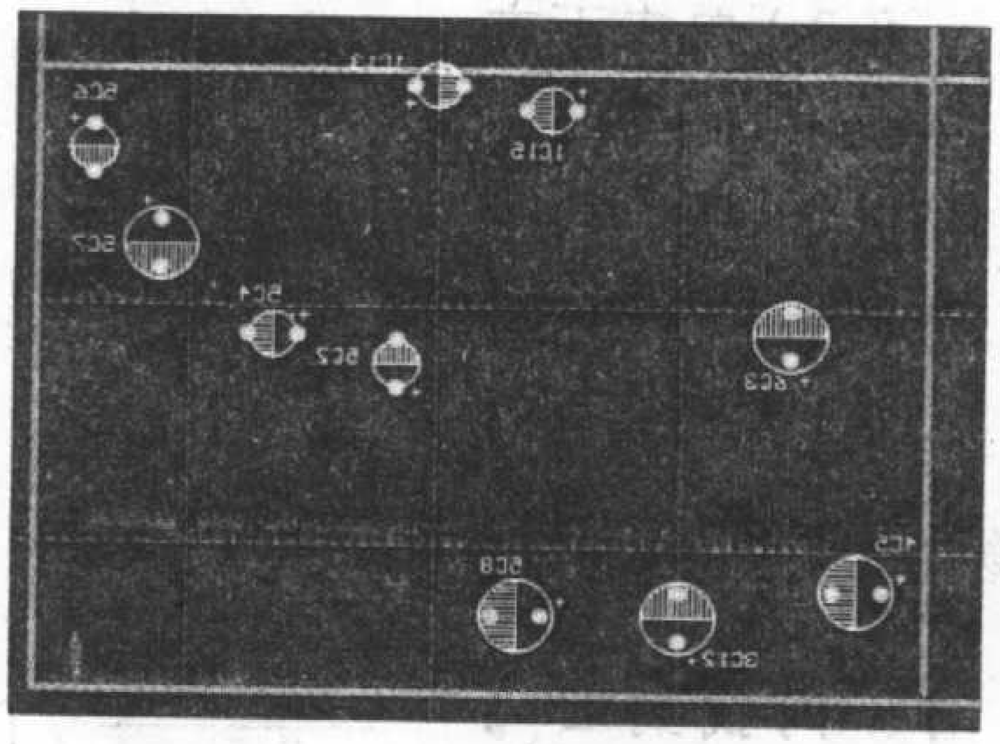


图 15

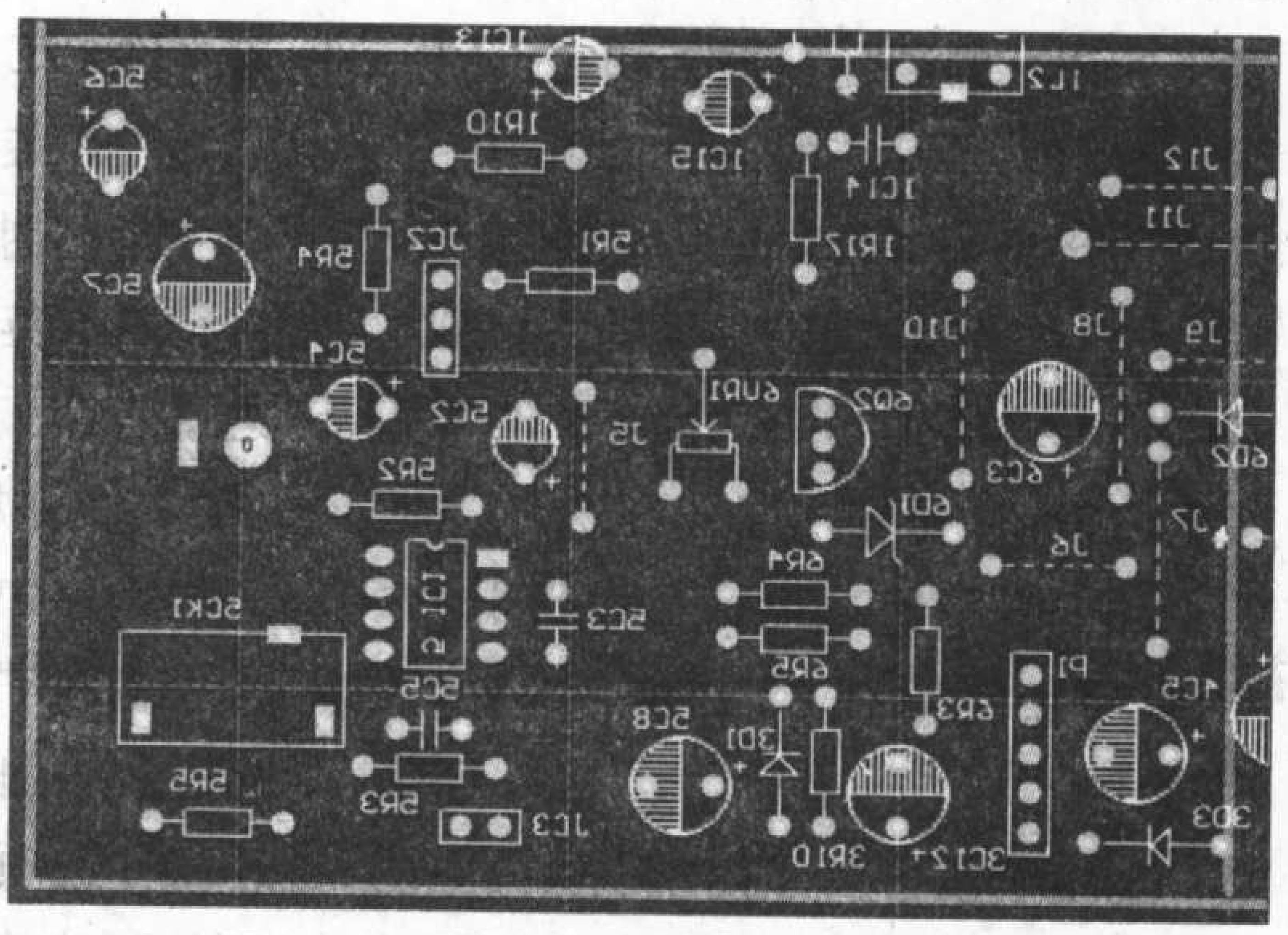


图 16

小结：以上讲述的是如何进行板框设计、元件调出和合理布局，图16的元件布局并非是最佳和惟一的，只是一种参考方案，各人可以有自己的选择和安排。其他部分设计基本上是一样的。可以将整个“5.5英寸小黑白电视机电路”的全部元件调齐再绘制铜膜走线，也可以分批绘制铜膜走线。

```
   MOV TH1,#236
      ;(65536-5000)/256
   SETB TR1        ;定时器 1 开始
                    5ms 定时
LOOP:
   LJMP LOOP
T0_INT:     ;定时器 0 的中断服务程
序
   MOV TL0,#24
   MOV TH0,#252
   CPL P3.4       ;让 P3.4 输出
                    1ms 的方波信号
   RETI
T1_INT:     ;定时器1的中断服务程序
   MOV TL1,#120
   MOV TH1,#236
   CPL P3.5       ;让 P3.5 输出
                    5ms 的方波信号
   RETI
   END
```

为了测量和验证以上程序是否能在指定的地方产生符合要求的信号波形，我们用 Proteus 建立起如图 1 所示的仿真电路，并依次按图 2 中所提示的四步进行，把示波器设置好。

把鼠标的箭头对准线路图中的51单片机，先左击后右击鼠标就可以打开如图3所示的信息窗口。按照图 3 所示，在这个窗口中填写好时钟的频率以及以上程序经汇编后所产生的机器码文件的路径和文件名，然后点击[OK]关闭这个窗口。接下来开始运行仿真程序，方法是：用鼠标以间隔两秒以上的时间点击两次屏幕下方[▶|▶|Ⅱ|■]四个按键中的[▶]键，使得[▶]键变为绿颜色，而其他三个键为黑色，这时仿真程序就开始运行了，但是示波器显示波形的窗口可能还没有出现，你可以按图 4 中所示的方法打开示波器显示波形的窗口，即可得到如图 5 所示的测量结果了。

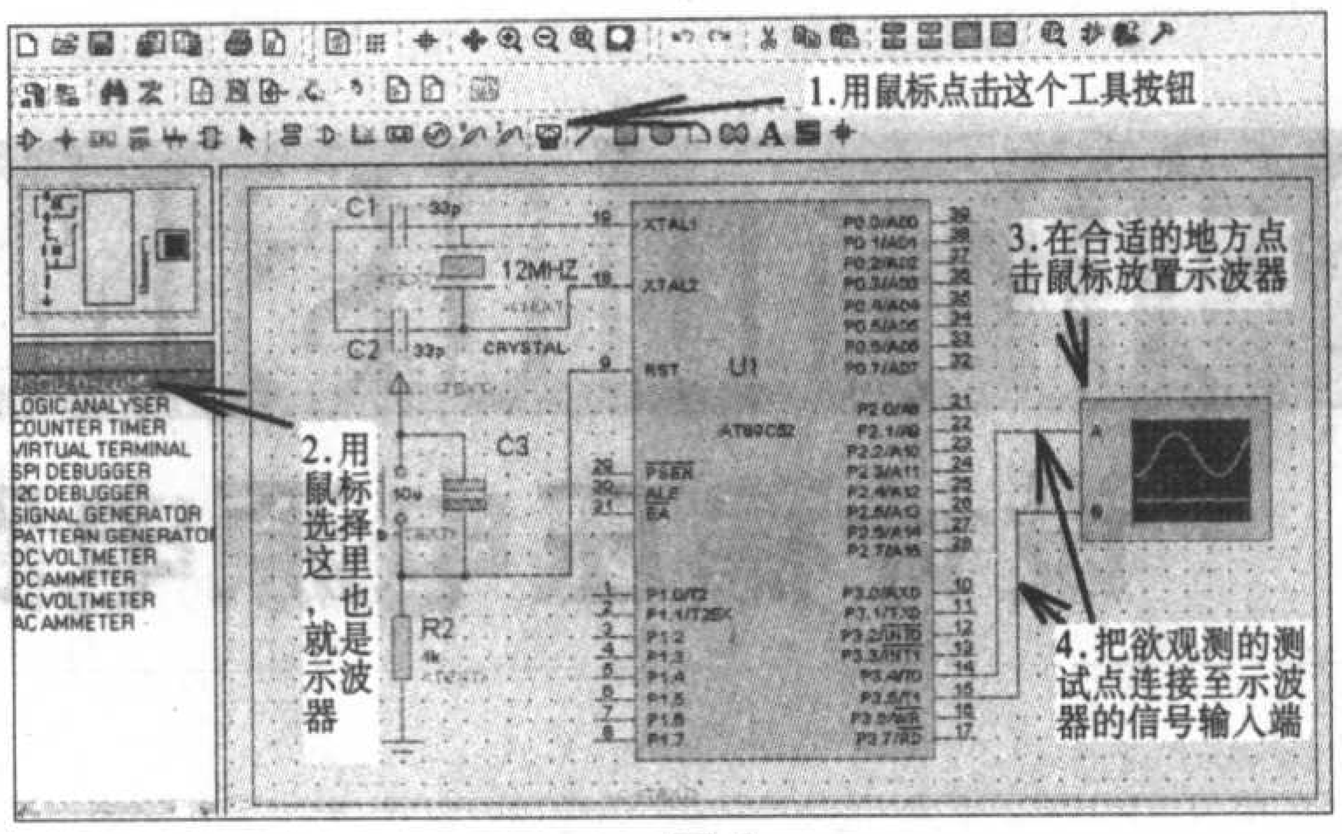


图2

图3

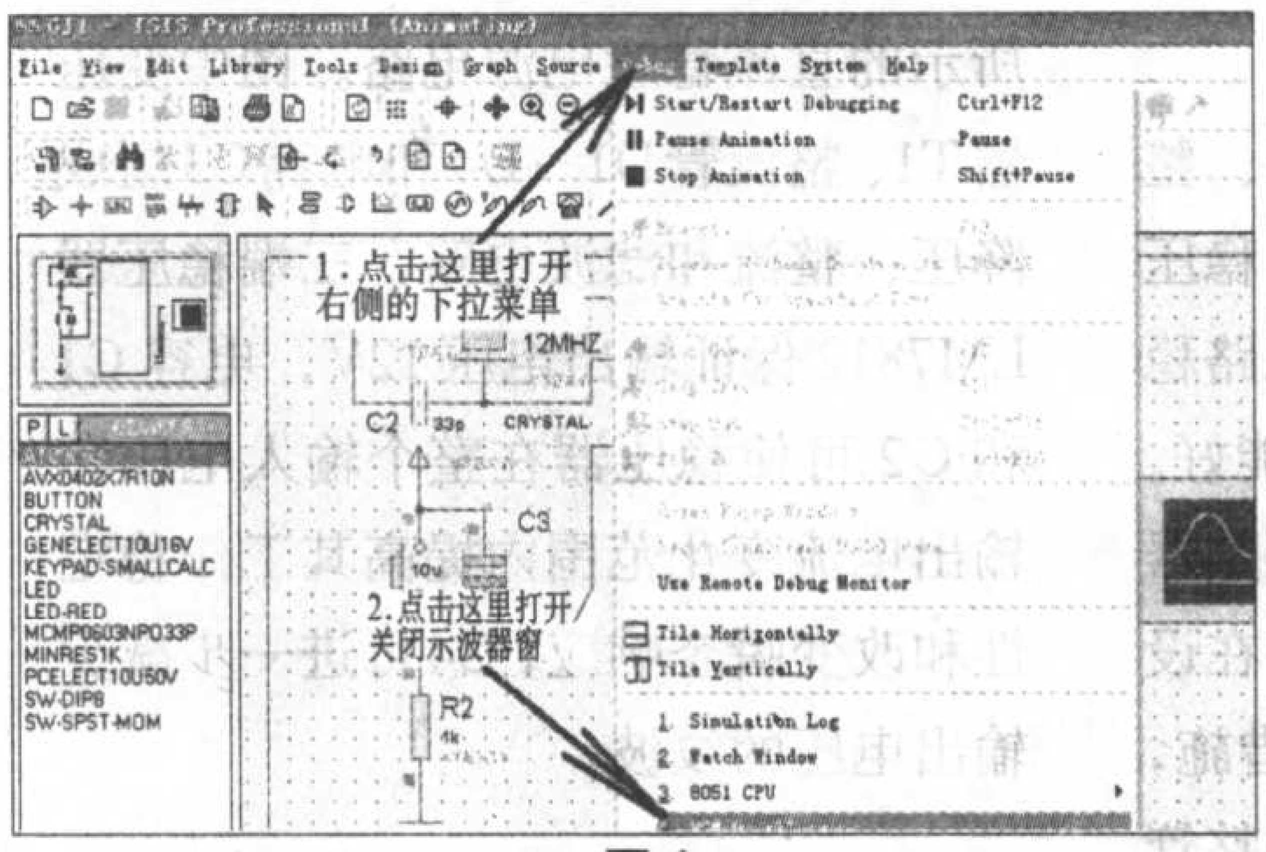


图4

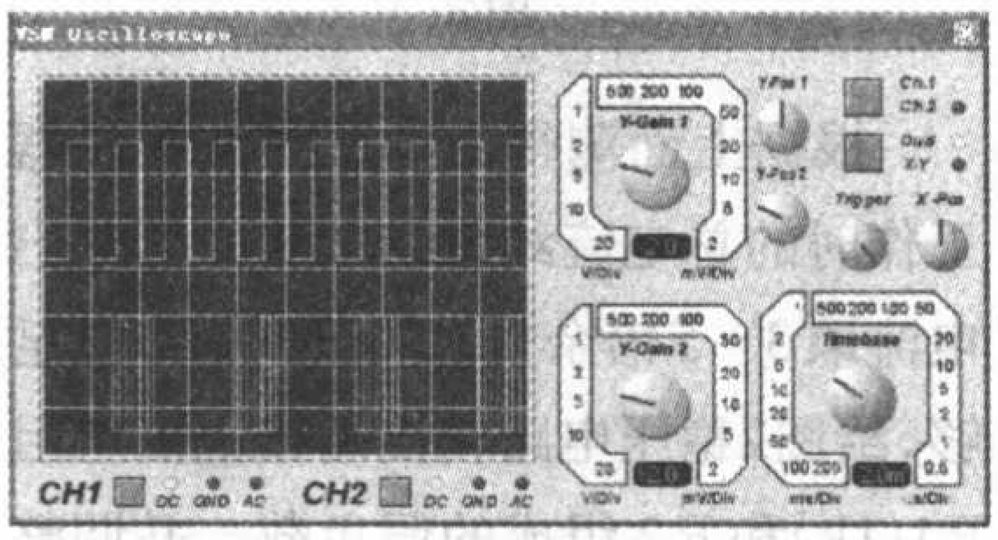


图5

当你打开示波器显示波形的窗口时很有可能并不是最佳显示状态，甚至连所测信号的波形都看不到，这就牵涉到示波器的调整问题，其实调整方法和使用真实的示波器几乎完全一样。按照图6所示序号，示波器面板上各按键和旋钮的作用分别是：

1.1 通道输入信号控制按键
2.2 通道输入信号控制按键
3.2 通道灵敏度调整旋钮
4.水平方向扫描频率调整旋钮
5.水平方向扫描频率微调旋钮
6.水平方向相位调整旋钮
7.信号显示方式选择按键
8.同步选择按键
9.2通道信号垂直方向位置调整
10.1通道信号垂直方向位置调整
11.1 通道灵敏度调整旋钮

当我们了解了以上这些按键和旋钮的功能后，我们还应该知道 Proteus 中虚拟示波器显示窗口的属性设置。设置的方法是：把鼠标器的箭头挪动到示波器的显示窗口区，然后右击鼠标，会出现图7所示的窗口。这个窗口中，自上而下的菜单依次是：设置背景颜色、设置分度格颜色、设置信号波形颜色、复位为Proteus默认的颜色。你可以根据你的喜好进行设置。

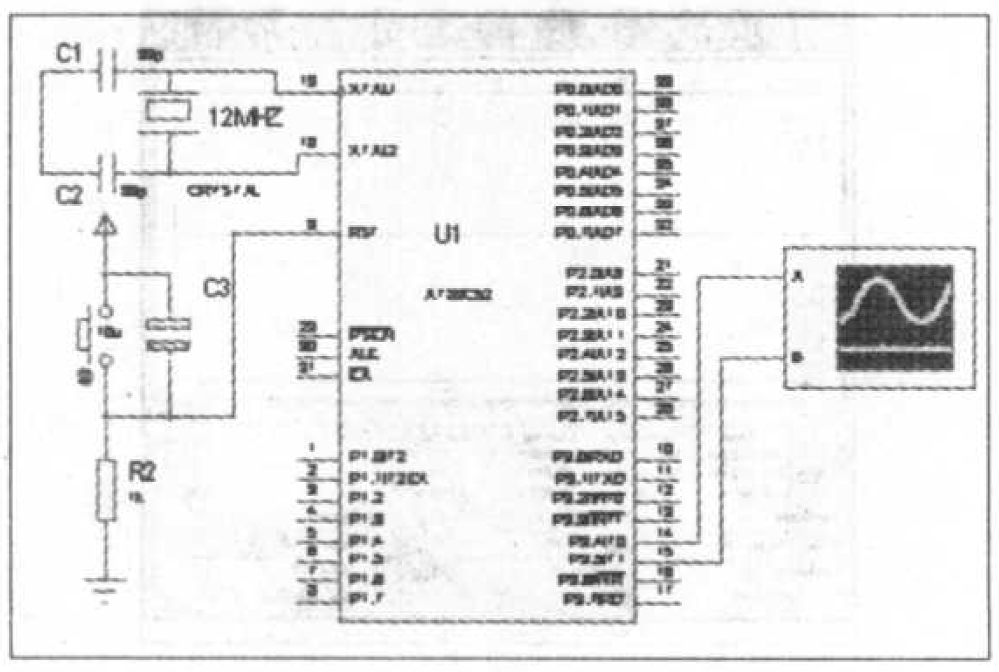


图1

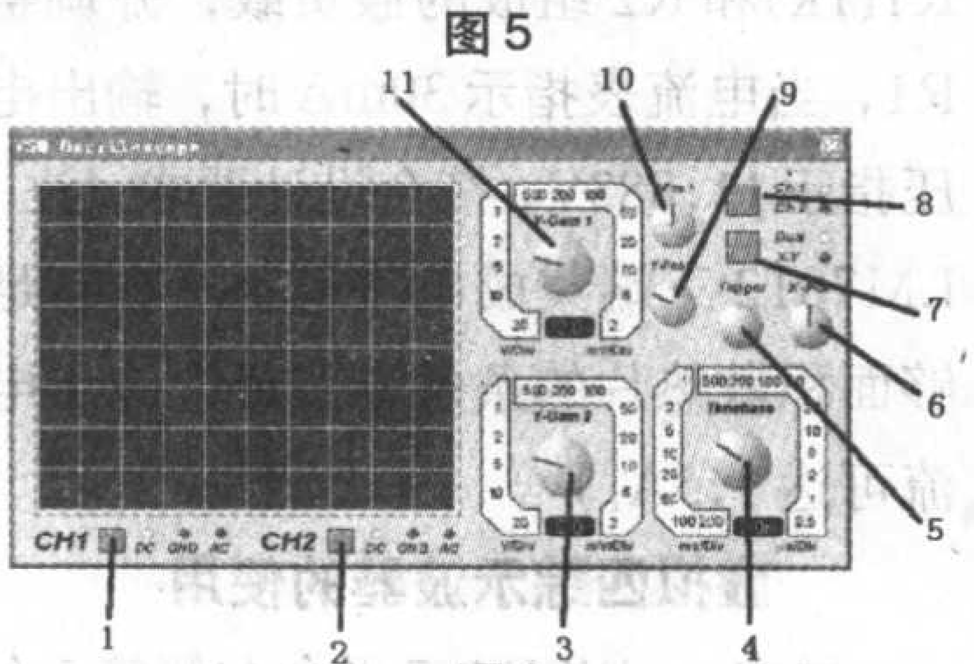


图6

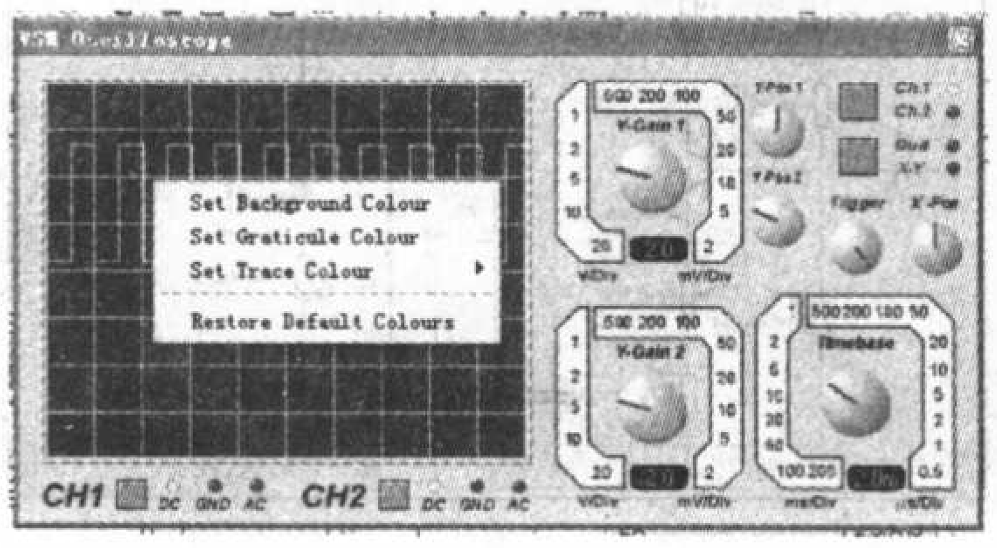


图7

用 multiSIM 7 设计稳压电源电路

文 / 李广武

上期我们用 multiSIM 7 设计了 LC 正弦波振荡电路，得到了频率为1kHz左右、幅度为1.3V左右的基本不失真的标准正弦波信号。本文中笔者为大家介绍用multiSIM 7来设计供给LC正弦波振荡电路工作的直流电源电路的方法，以进一步了解该软件的虚拟四踪示波器及实时测量探针的用法。

直流稳压电源由电源变压器、整流滤波电路及稳压电路所组成。稳压电路可以用7800系列三端集成电路稳压器设计，所用元件少、稳压性能好。7800系列三端固定式集成电压调整器属双极型线性集成电压调整器，在设计制造时已经考虑了多种保护措施，其中包括过流保护、热保护和调整管安全工作区保护，是一种性能非常优良的器件。

设计任务和要求

设计一个用LM7812三端集成电路稳压器组成的+12V直流电源，供LC正弦波振荡电路工作，要求输出电压=12V ± 5%，输出电流>30mA，交流纹波<5mV。

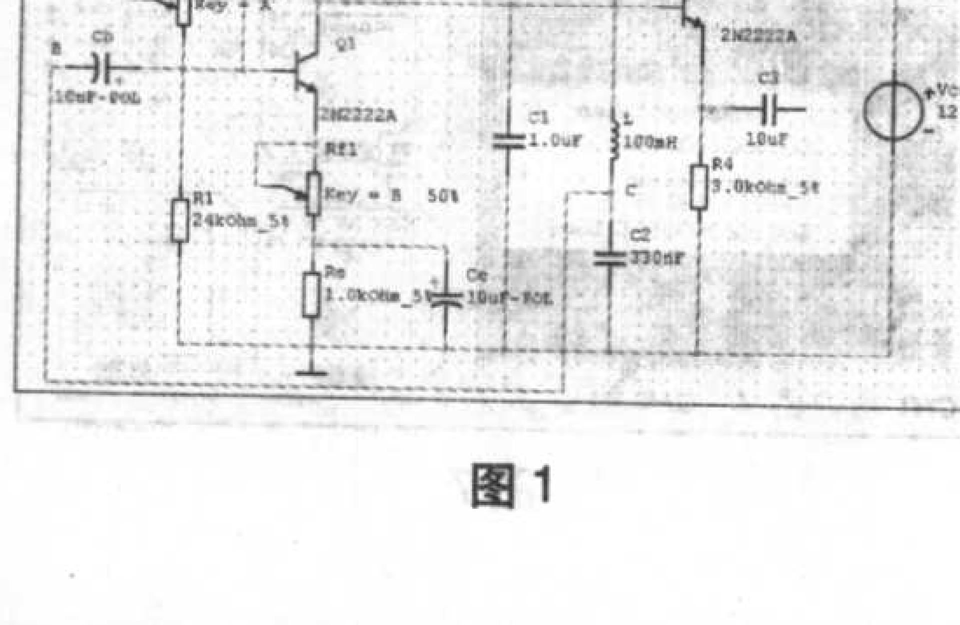


图 1

虚拟电流表的应用

首先从multiSIM 7平台左侧“指示器”元件库中调出电流表接入设计好的LC正弦波振荡电路如图1所示，启动仿真开关，待振荡电路工作稳定后，从电流表上可以知道LC正弦波振荡电路工作电流非常小，小于5mA。

在multiSIM 7平台上建立如图2所示的直流稳压电源电路。图中变压器T1、整流管D1～D4和电容C3组成降压、整流和滤波电路，三端稳压器LM7812保证输出电压12V，电容C1和C2可使稳压器在整个输入电压和输出电流变化范围内提高其工作稳定性和改变瞬态响应，C4可进一步减少输出电压的纹波。

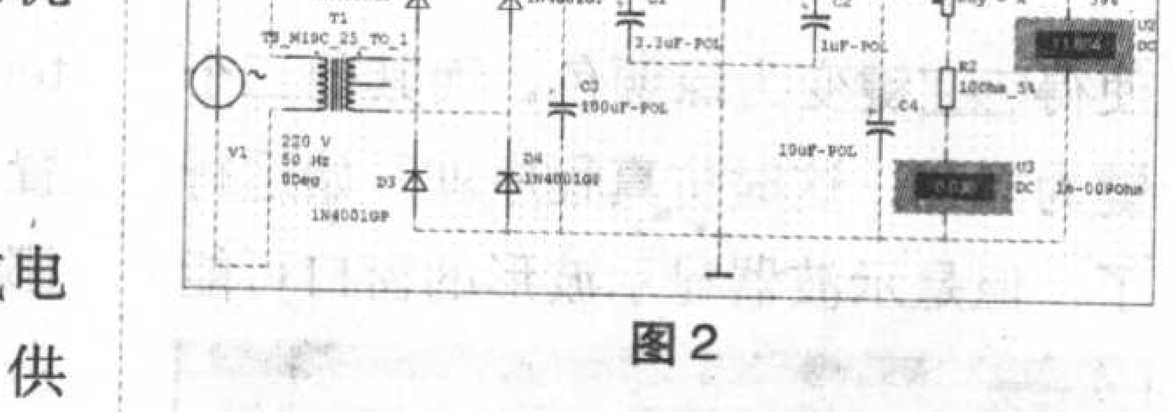


图 2

根据上面测得LC正弦波振荡器工作时的总电流约5mA，稳压器输出电流取3～5倍余量，等于30mA已足够，给图2稳压电路输出端接上由电阻R1(1k)和R2组成的假负载，并调整R1，当电流表指示30mA时，输出电压指示11.883V，符合设计要求。(注：LM7812三端集成电路稳压器在有足够面积散热片的条件下，最大输出电流可达1.5A。)

虚拟四踪示波器的使用

单击multiSIM 7平台右侧第5个

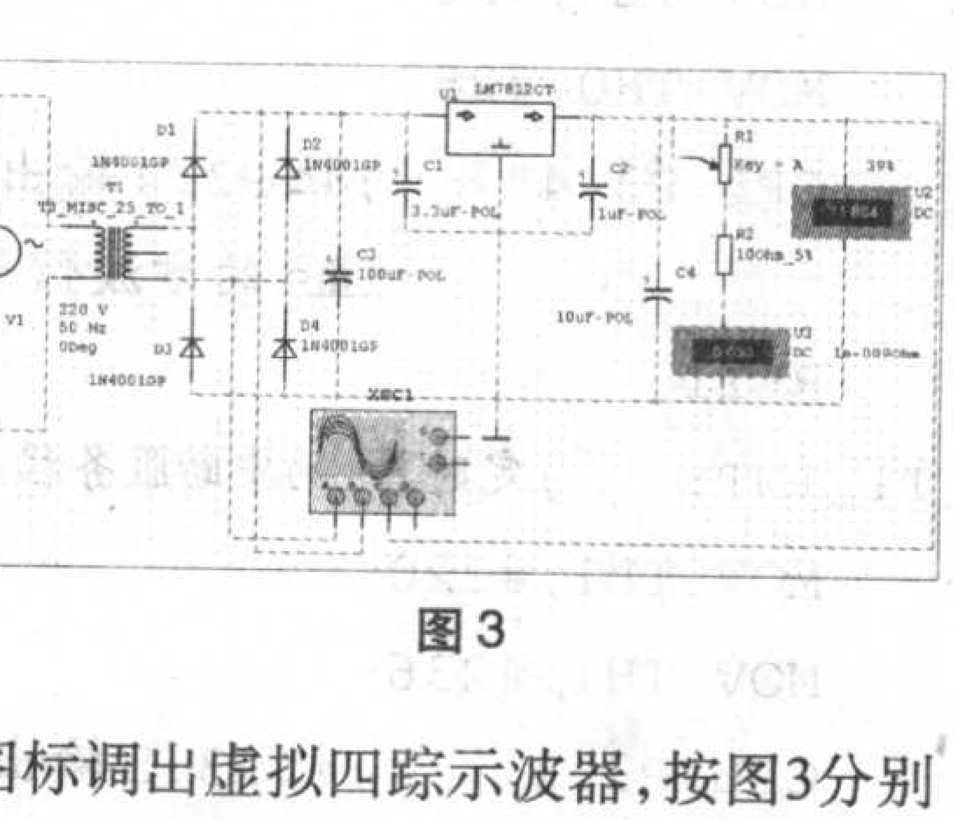


图 3

图标调出虚拟四踪示波器，按图3分别将A、B、C三路探头接到稳压电路的变压器次级线圈、全波整流及电容滤波、三端集成电路稳压器输出端。

启动仿真开关，双击虚拟四踪示波器图标，将弹出虚拟四踪示波器放大面板，如图4所示。

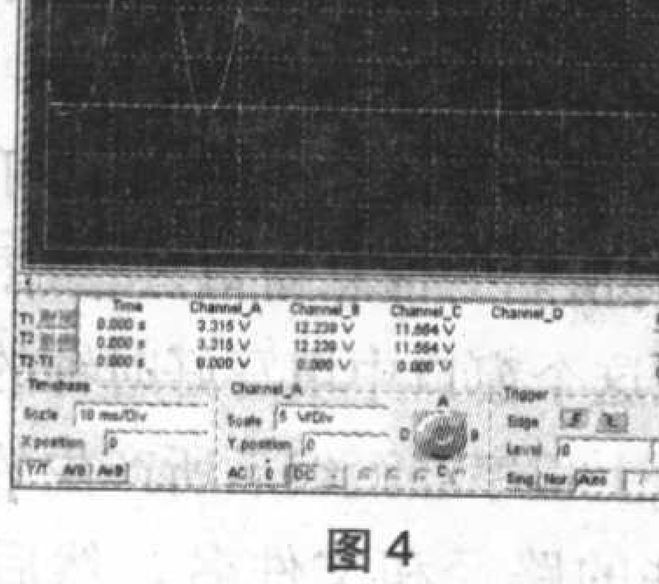


图 4

首先用鼠标点击屏幕右下角“Reverse”按钮，将屏幕反向变白，然后用鼠标点击最下方“AC”按钮，这时我们看到的是虚拟四踪示波器“A

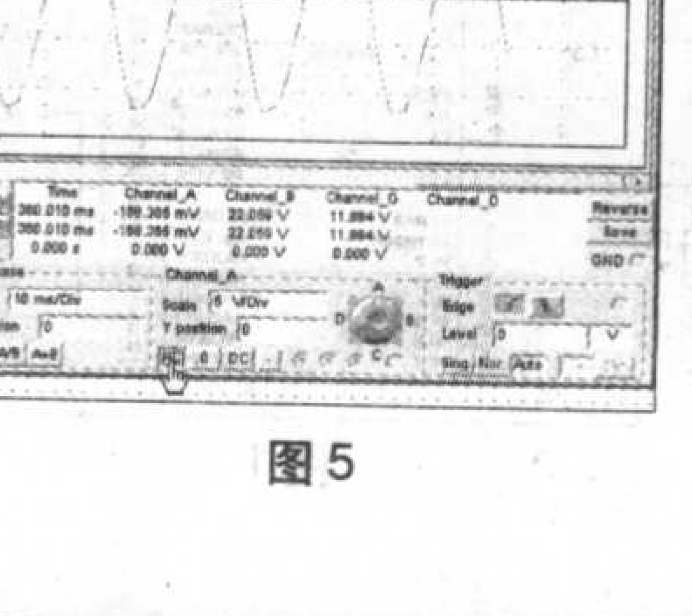


图 5

通道”显示的变压器次级线圈交流电压波形，如图5所示。

屏幕下方的“Timebase”栏相当于实物示波器的“扫速选择调节”旋钮，“Scale”栏可供调整示波器X轴的扫描锯齿波的周期，这里选用默认值10ms/Div，即屏幕上水平方向一个虚线网格的长度代表时间10ms。可以看出：屏幕上显示的变压器次级线圈交流电压波形一个周期占2格，即周期20ms，其倒数就是交流电压的频率50Hz，与设置输入频率相符，见图5。

屏幕下方的“Channel”栏相当于实物示波器的“垂直电压量程”旋钮，“Scale”栏可供调整示波器Y轴显示波形的幅度。将鼠标移到图6所示空白位置，鼠标箭头呈手指状，点击鼠标，将出现上、下调整箭头，这里我们点击向上箭头，将Scale栏设置成10V/Div，再将鼠标移到“Y position”栏右侧空白处，用相同方法，点击向下箭头可使波形向下移动位置。再看右侧旋钮上的白线指向A，表示现在“Channel”栏的设置是针对A通道波形的。用鼠标点击旋钮上的右侧，白线指向B，可对B通道的波形进行设置；同理，白线指向C、D，可对C、D通道的波形进行设置。

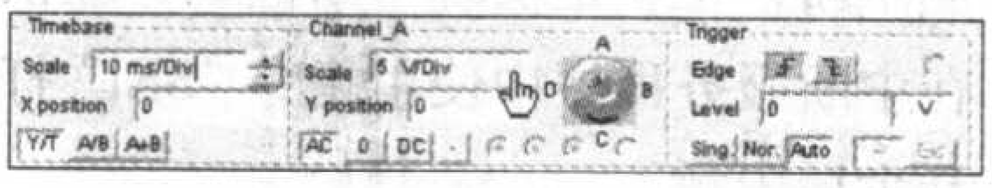


图6

3个通道的波形作适当调整后如图7所示。可以从屏幕上看到三种波形，从下到上分别为：A通道变压器次级线圈50Hz交流正弦波；B通道全波整流及电容滤波后充放电波形，从两个读数指针之间一个周期内电容充放电两次，可以知道，这是桥式全波整流，且波形不平稳，纹波脉动大；C通道是三端集成稳压器输出波形，它是非常理想的平稳直流电压，呈一条水平直线。

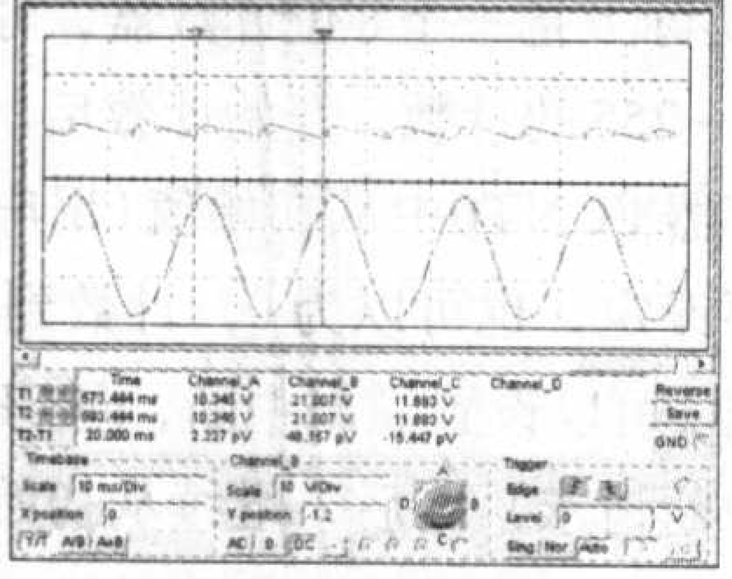


图7

实时测量探针的应用

multiSIM 7平台右侧虚拟仪器条最后一个图标是“实时测量探针”，平时呈灰色，当开启仿真开关后呈黄色。借助实时测量探针可以测出稳压电源稳压前后的纹波大小。从图8可以看出：稳压前的纹波$V_{(P-P)}=2.548V$，稳压后的纹波仅$V_{(P-P)}=2.252mV$，稳压前后的纹波相差1000多倍，符合设计要求。纹波大小与稳压电源输出电流大小及滤波电容C3、C4容量大小有关。

另外，稳压电路设计要注意几点：三端集成电路稳压器两端压降一般选2~10V，太低稳压器工作不稳定，太高稳压器功耗大，发热历害。本例中可将变压器次级输出电压取15V，变压器选3~5W，整流二极管可用1N4001，其反压为50V，I_{omax}为100mA。C1、C2安装位置尽可能靠近三端集成电路稳压器两端。

将稳压电源与LC正弦波振荡电路连成完整的信号源电路如图9所示。

开启仿真开关，双击虚拟双踪示波器图标，可以从屏幕上看到：LC振荡电路输出的正弦波基本上不失真，通过读数指针和屏幕下方数据还可以知道它的幅值在1.9V左右，频率1kHz左右，如图10所示。

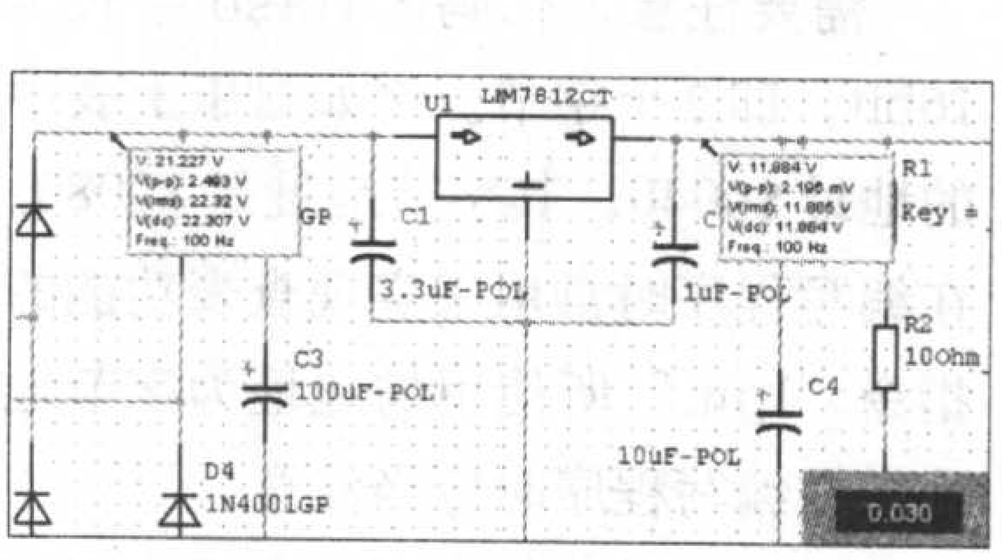


图8

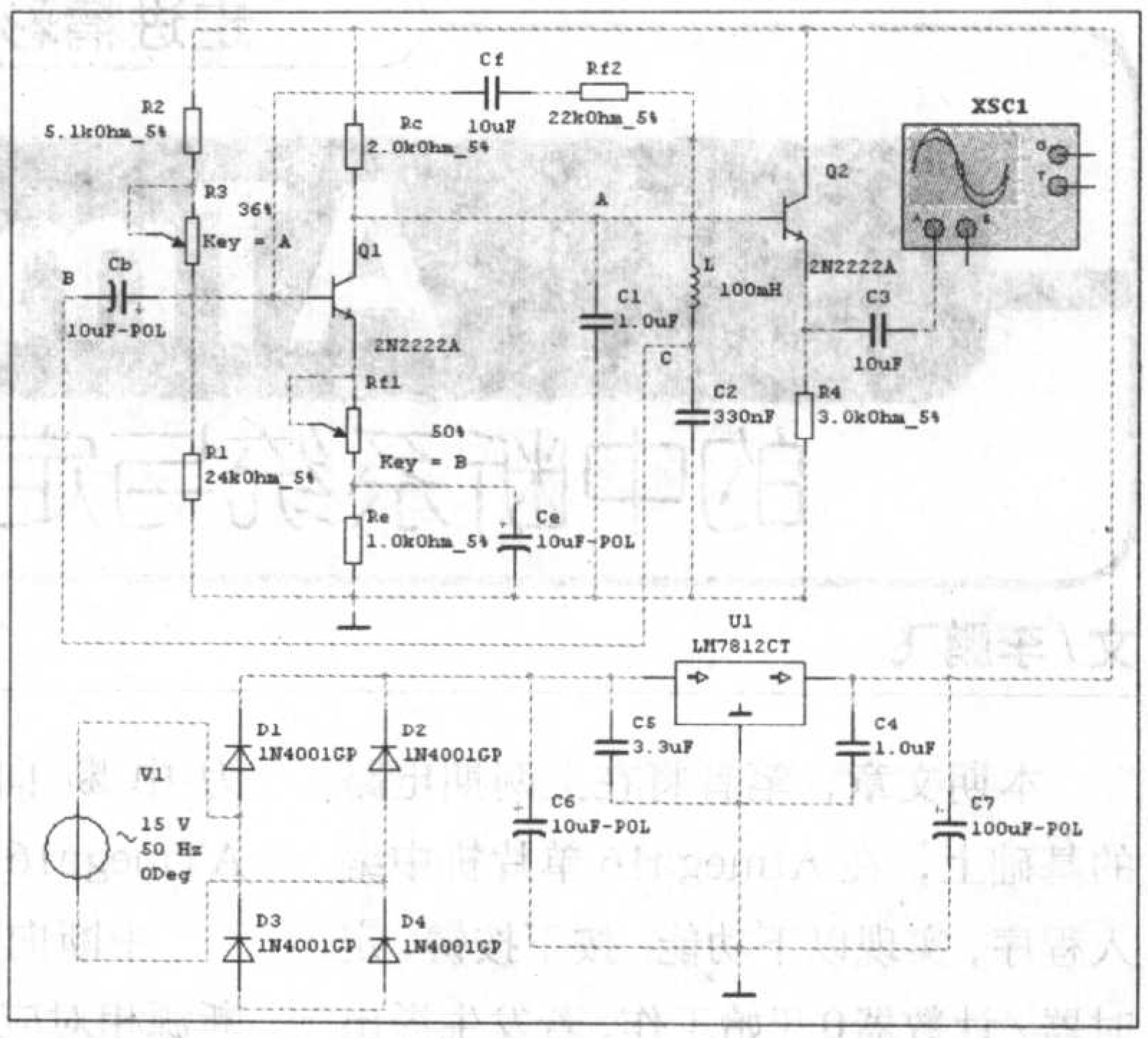


图9

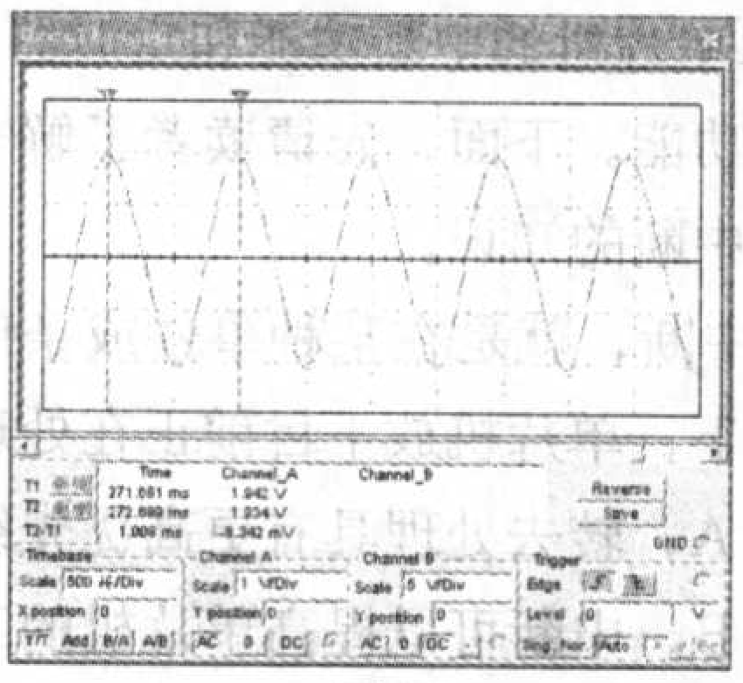


图10

通过以上步骤完成的稳压电源基本上达到设计要求，在设计稳压电源时笔者主要用到了以下知识：

1.直流稳压电源组成及集成电路三端稳压器的特点。

2.集成电路三端稳压器电路各部分元件的作用，以及选取电路各元件的原则和经验公式。

3.用“虚拟4踪示波器”观察稳压电源各级波形。

4.用“实时测量探针”测量稳压电源稳压前后的纹波大小。

文中叙述不清楚处，请读者登录WWW.TTLCMOS.COM网站，可了解更多有关multiSIM的内容及彩色插图。

ATmega16的中断系统与定时器/计数器的使用

文/李鹏飞

本期文章，笔者将在上两期电路的基础上，在Atmega16单片机中编入程序，实现以下功能：按下按键，定时器/计数器0开始工作，若发生溢出中断，在中断服务程序中向串口工具输出进入中断的次数，并点亮相应的LED；抬起按键，定时器/计数器0停止工作，进入中断的数值清零，LED熄灭。

为了实现以上功能，我们要用到AVR单片机的中断功能和定时器/计数器功能。下面，先请读者了解一下关于中断的知识。

中断，就是在某种事件或条件的触发下，单片机放下目前正在处理的任务A，转去处理具有更高优先级的任务B。中断可以提高单片机的工作效率，使单片机优先执行需要及时处理的任务。完整的中断系统要求：首先必须有事件或者外部触发引起单片机的中断，即中断源提请中断请求；然后单片机放下任务A跳转到与中断源对应的特定地址去处理中断服务程序，这时候单片机需要保存目前的程序计数器值，程序计数器可以使单片机在中断返回后继续执行原来的程序；单片机完成中断服务程序，取出保存的程序计数器值，继续处理任务A，即中断返回。程序计数器的保存与取出由硬件自动完成，无需用户程序参与。

ATmega16共有20个中断源，也就是说有20种不同的方式可以引起ATmega16发生中断。对于不同的中断源，单片机有不同的跳转地址，称为中断向量。中断向量表见ATmega16的数据手册42页。

中断向量保证了单片机执行与中断源相对应的中断服务程序。如表1所示，单片机上电复位后程序计数器在代码区$0000处，所以一般在此处放置一条跳转指令到用户程序起始处。假设从地址$0040处开始是用户程序，如果在程序运行期间，有外部中断INT0请求，单片机会在保存完程序计数器后跳转到INT0的中断向量$0002处，在$0002处用户放置一条跳转指令“jmp EXT_INT0”，这样，单片机在INT0的中断向量$0002处，执行“jmp EXT_INT0”指令跳转到编程者自定义的地址EXT_INT0。然后在地址EXT_INT0处编写中断服务程序，这样就保证了是INT0的中断服务程序而非其他的中段服务程序被执行。

表1

代码区地址	代码区内容
$0000	rjmp RESET
$0002	rjmp EXT_INT0
…	…
$0040	RESET:代码
…	代码
…	…
$0200	EXT_INT0:代码
	…
	RETI（中断返回）

需要注意，代码区flash字长为16bit，即2个字节。例如对于上表中的地址$0040，其字节地址是$0080。在编写程序时常用来实现查表功能的指令“lpm”所使用的地址为字节地址，在编写程序时应当注意。

ATmega16的中断由全局中断和各中断源单独的中断控制寄存器共同控制。要使单片机响应某个中断请求，必须同时使允许全局中断和该中断源的中断控制位有效。全局中断可以比作一个房间的总电开关，其他的中断控制寄存器则如同这个房间内电灯、电视机等电器的开关。

全局中断位I 位于状态寄存器SREG的第7位，即最高位。全局中断位I为1，即全局中断允许；为0，全局中断关闭。指令“SEI”可以设置位I为1，打开全局中断；指令“CLI”可以清除位I为0，关闭全局中断。

ATmega16进入中断服务程序后，硬件自动将位I清0，不再响应其他中断。在执行完中断服务程序，RETI返回时，硬件自动置I位为“1”，从而允许单片机再次响应下一个中断请求。如果要使单片机在中断中仍然能够响应中断，也就是实现中断嵌套，应该在中断服务程序中使用指令“SEI”打开全局中断。

接下来我们通过一个应用实例进一步了解ATmega16的中断系统，并初步掌握该单片机定时器/计数器(T/C0)的使用方法。

T/C0的工作过程比较简单，T/C0实际上是一个8位计数器，可以进行0~255的计数。开始计数后，计数寄存器TCNT0中从初始值(用户根据需要设定，也可以为0)计数到255，溢出（可以设置溢出中断，向CPU提出中断请求）之后，继续从初始值开始计数。如图1所示，假设计数时钟为

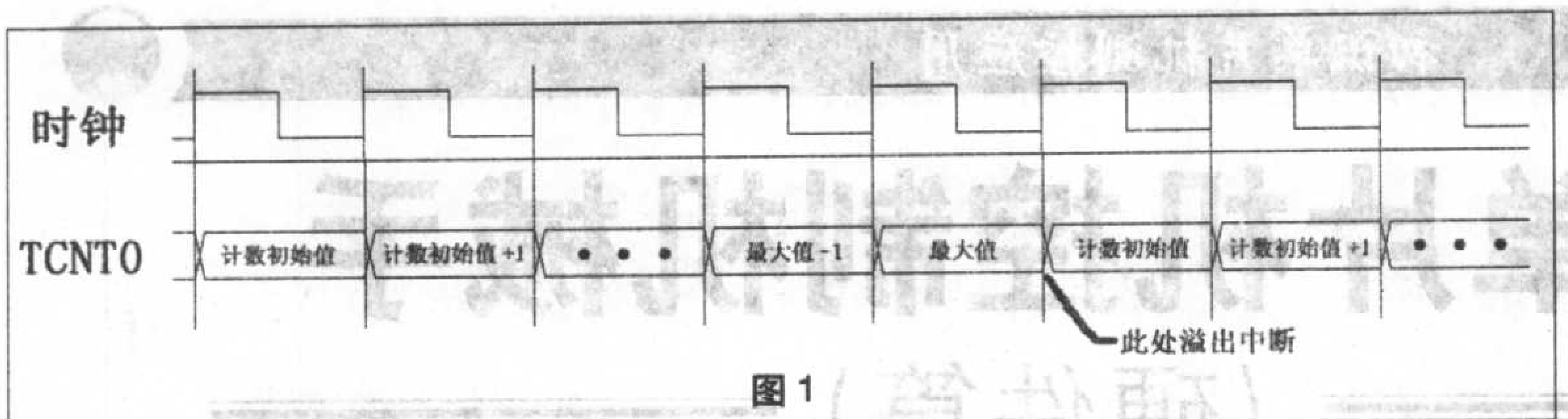


图1

系统时钟。实例将要演示的就是T/C0溢出中断的使用方法。

T/C0由一组控制寄存器控制。T/C0的时钟源由8位寄存器TCCR0来控制选择，见表2。

表2

7	6	5	4	3	2	1	0
FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00

其中位2~位0用来选择T/C0使用何种时钟源，见表3。

表3

CS02	CS01	CS00	备注
0	0	0	没有时钟源，TIMER0/COUNTER0停止
0	0	1	系统时钟
0	1	0	系统时钟/8
0	1	1	系统时钟/32
1	0	0	系统时钟/256
1	0	1	系统时钟/1024
1	1	0	外部时钟T0管脚，下降沿有效
1	1	1	外部时钟T0管脚，上升沿有效

以下程序选择系统时钟的1024分频作为T/C0的计数时钟源：

```
ldi r16,5
out TCCR0,r16
```

TCNT0是T/C0的8位计数寄存器，TCNT0的当前计数值可以通过读取该寄存器获得，也可以为TCNT0赋值。

```
ldi r16,12
out TCNT0,r16
```

以上程序将十进制数12送给TCNT0。

下面介绍几个与定时/计数器有关的寄存器。

定时/计数器中断屏蔽寄存器TIMSK：

7	6	5	4	3	2	1	0
OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0

位0——TOIE0：T/C0溢出中断允许标志位。

当TOIE0被设置为1，并且全局中断位I也为1时，允许T/C0溢出中断。此时，如果T/C0计数溢出，将引起ATmega16进入中断。此位为0，则屏蔽T/C0溢出中断。

```
ldi r16,1
out TIMSK,r16
```

以上程序打开T/C0的计数溢出中断。

定时/计数器中断标志寄存器TIFR：

7	6	5	4	3	2	1	0
OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0

位0——TOV0：T/C0溢出中断标志位。

当T/C0产生溢出时，TOV0位被硬件自动变为1。当单片机转入T/C0溢出中断服务程序时，该位由硬件自动清零。如果不使用中断方式，查询该位可以判断T/C0是否发生溢出。

接下来看一下使用T/C0溢出中断的完整初始化过程：

```
ldi r16,0
out TCCR0,r16    ;首先停止T/C0工作
ldi r16,1
out TIMSK,r16    ;允许溢出中断
ldi r16,0X0C
out TCNT0,R16    ;设置TCNT0初始值,使其每0.25秒发生一次计数溢出中断
sei    ;打开全局中断，初始化完成
```

下面程序使TCNT0开始工作：

```
ldi r16,5
out TCCR0,R16    ;设置时钟分频为1024，即TCCR0=5，T/C0开始计数。
```

关于设置TCNT0的初始值，假设CPU系统时钟为内部1MHz，时钟分频为1024，可以算出T/C0计数一次耗费的时间为 T=1/(1M/1024) 秒，如果我们想获得0.25秒的定时，那么可以得出TCNT0的初始值应该满足：T×(255−计数初始值)=0.25；进而可以算得TCNT0的初始值为12，即0X0C。

本例的详细程序清单及注释见本期配刊光盘。本例无需新加硬件，在原来的线路板上即可运行。在将代码烧录入ATmega16以后，因为程序是按照1MHz的系统时钟编写的，需要将系统时钟修改为内部1MHz RC振荡，修改方法已经在上一期的文章中介绍过。本实例中所用串口波特率为4800，在设置串口工具时应该注意。

读者可以使用AVR Studio软件模拟调试本实例，能更清晰地看到ATmega16中断系统的工作过程。

程序的运行效果如图2所示。

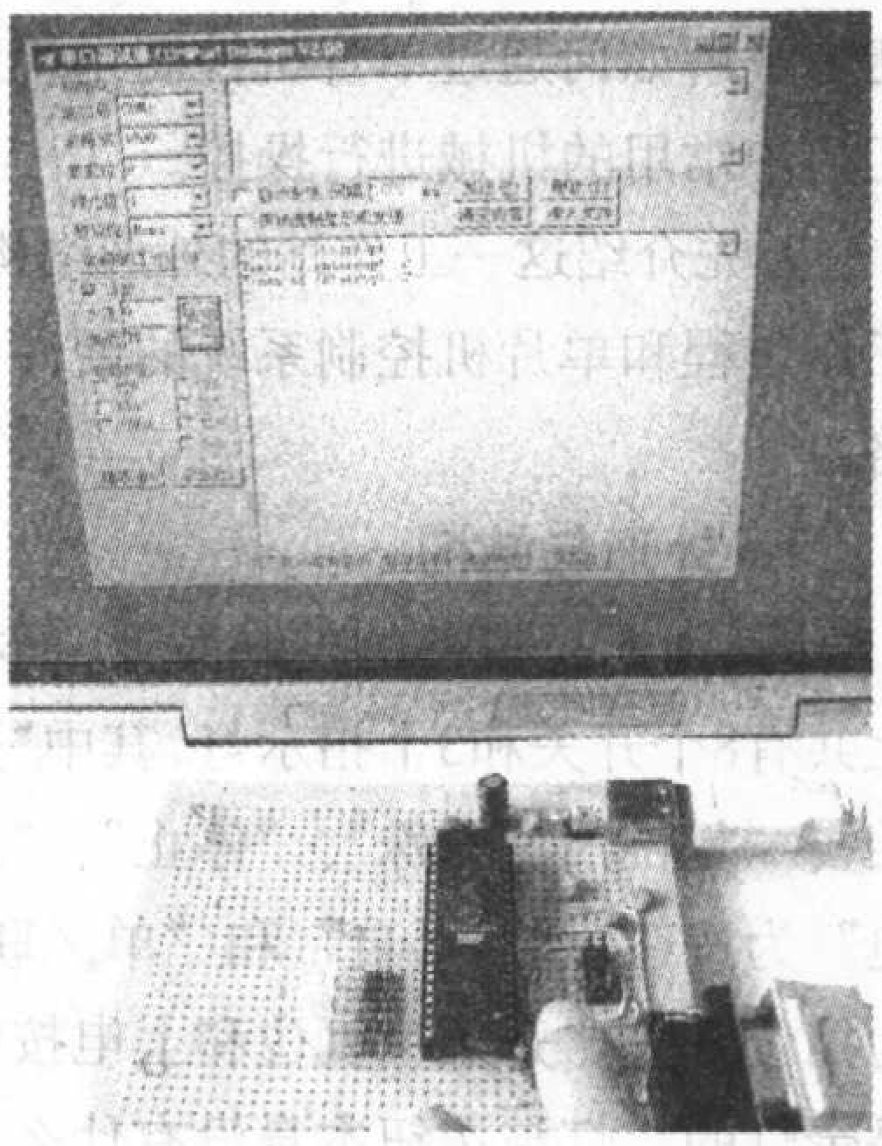
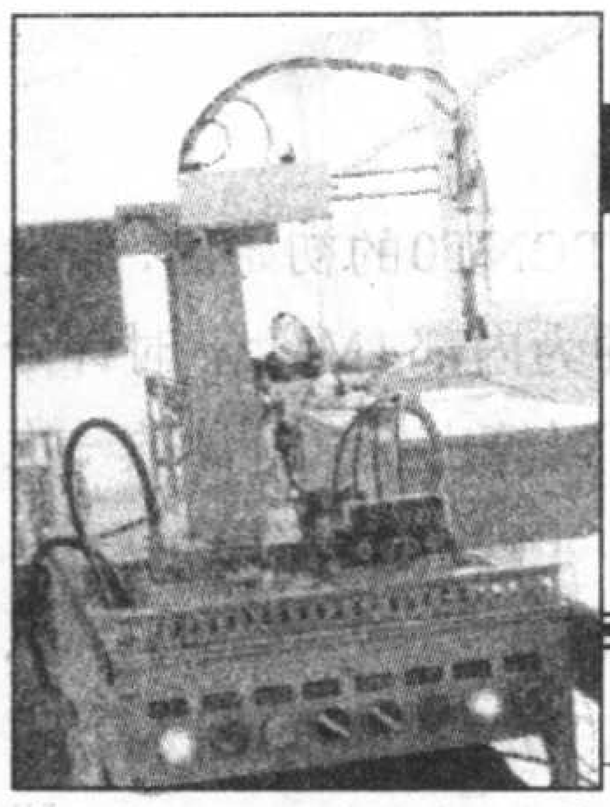


图2

本文练习：1.将上期本系列文章中的USART通信例程改为使用中断方式与PC机进行通信。2.查阅ATmega16数据手册关于T/C0的PWM工作方式的相关内容，尝试进行PWM编程。



初识单片机测控应用

用单片机控制机械手

（硬件篇）

文/周 坚

机械手是工业生产自动化中常用的设备，机械手常以压缩空气为动力，气缸为动作元件，电磁阀为控制元件，PLC或单片机等作为控制器。这里介绍的是关于一条自动化生产线教学系统的控制。虽然是一套教学系统，却是完全按照工业现场的要求进行设计与制造的，所有气动元件、机械手、电磁阀等均为工业产品，所采用的单片机控制系统已成功地应用于其他的一些工业现场控制中。以下对自动化加工线的第二站（搬运站）的工作过程、程序编制作一个说明，编程采用的状态转移法可以广泛地应用于类似的控制系统中。通过这些介绍，读者可以初步了解如何通过单片机控制系统对工控中常用的机械进行操控。

首先介绍这一工作站的外形结构、工作过程和单片机控制系统的硬件电路。

1. 外形与结构

图1所示是设备的控制面板，面板上共有8个开关和3个指示灯，其中“开始”、“复位”、“特殊”、“停止”、“上电”为按钮，“手／自”和“单／联”为挡位开关。开始、复位和上电按钮是带灯的，灯与按钮本身没有什么关系，仅仅只是结构上组合在一起，其亮、灭由电路来控制，其中开始灯、复位灯由单片机的I/O口控制，上电灯由一个硬件的继电器电路完成，当按下上电按钮，并且系统正常得电，上电灯点亮，如果由于某种故障（如急停钮处于按下位置）时，强行按下上电钮，系统仍不会得电，该灯也不会点亮。

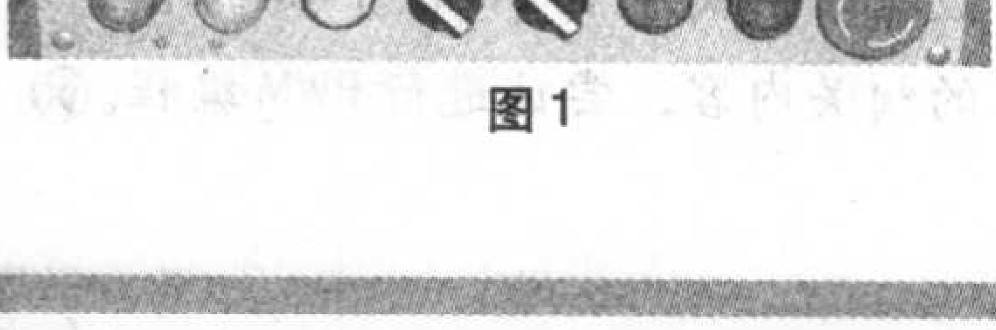


图1

图2所示是机械手的结构及各部分的名称。由图可见，机械手主要由回转臂、纵臂、竖臂和夹爪等几部分构成，每个部分都通过相应的气阀控制其运动，而气阀则由电磁线圈控制。机械手的各部位安装有传感器，当运动到位后，传感器上的发光管点亮，传感器有效，电路中传感器连接输入与地，当传感器有效时，相当于输入端接地。图2标示了部分位置的传感器，1B2、2B1等是制造者给传感器编的号。

2. 动作过程描述

本站使用机械手抓取工件，从一个工位转移到另一个工位，然后将工件放下。机械手共有回转、前伸、下降、夹爪夹紧和松开这样的一些动作，动作过程描述如下：

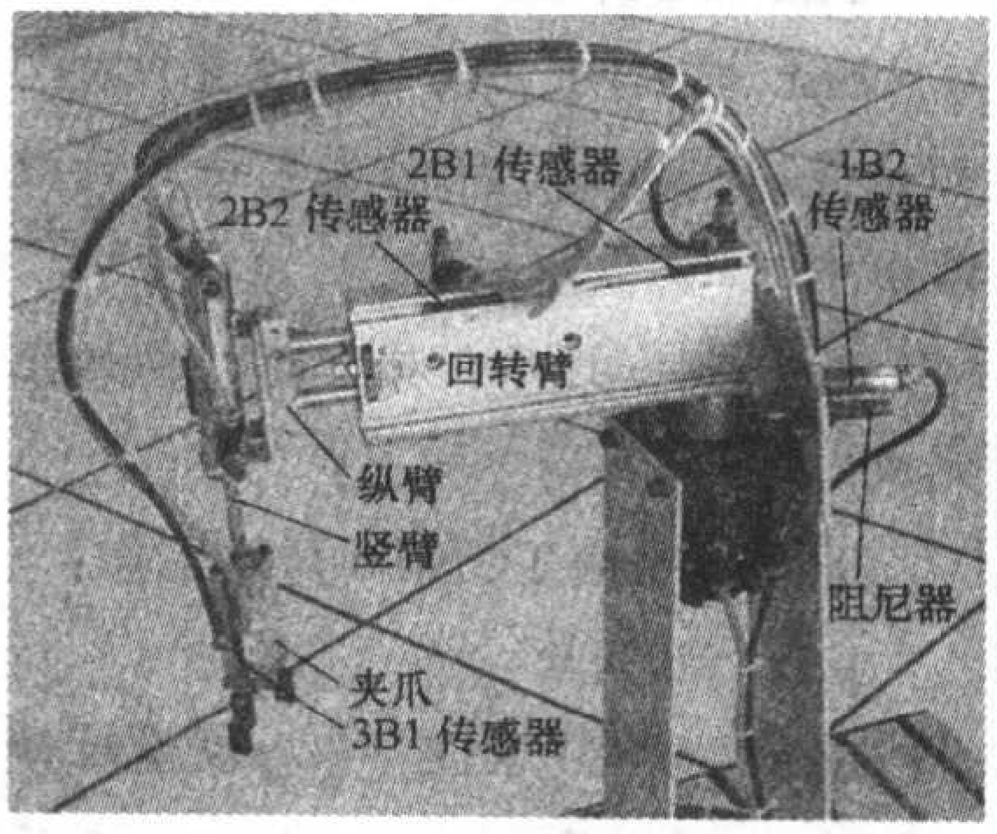


图2

(1) 开机后各机械臂回复原始位置，开始灯闪烁；

(2) 按下开始按钮或此时“手／自”按钮处于“自”的位置，回转臂逆时针回转，回转到位后纵臂向前伸出，前伸到位后竖臂向下，向下到位后夹爪闭合，延时0.5s；

(3) 竖臂收回，收回到位后纵臂退回，退回到位后回转臂顺时针回转，回转到位后纵臂前伸，前伸到位后竖臂向下，向下到位后夹爪松开；

(4) 夹爪松开到位后竖臂收起，收起到位后纵臂退回；

(5) 纵臂到位后，转第2步继续。

在各步动作中，前一个动作到位后才能进行下一步动作，除夹爪外，动作到位是依靠传感器来感知的，夹爪夹紧时没有传感器，采用夹紧后延时0.5s的方式来确保夹紧。

3. 单片机控制电路

用来实现控制的单片机系统如图3所示。由图可见，这是一个由若干块板组成的组合控制系统，由1片主控板、1片输入板、2片输出板组成，最

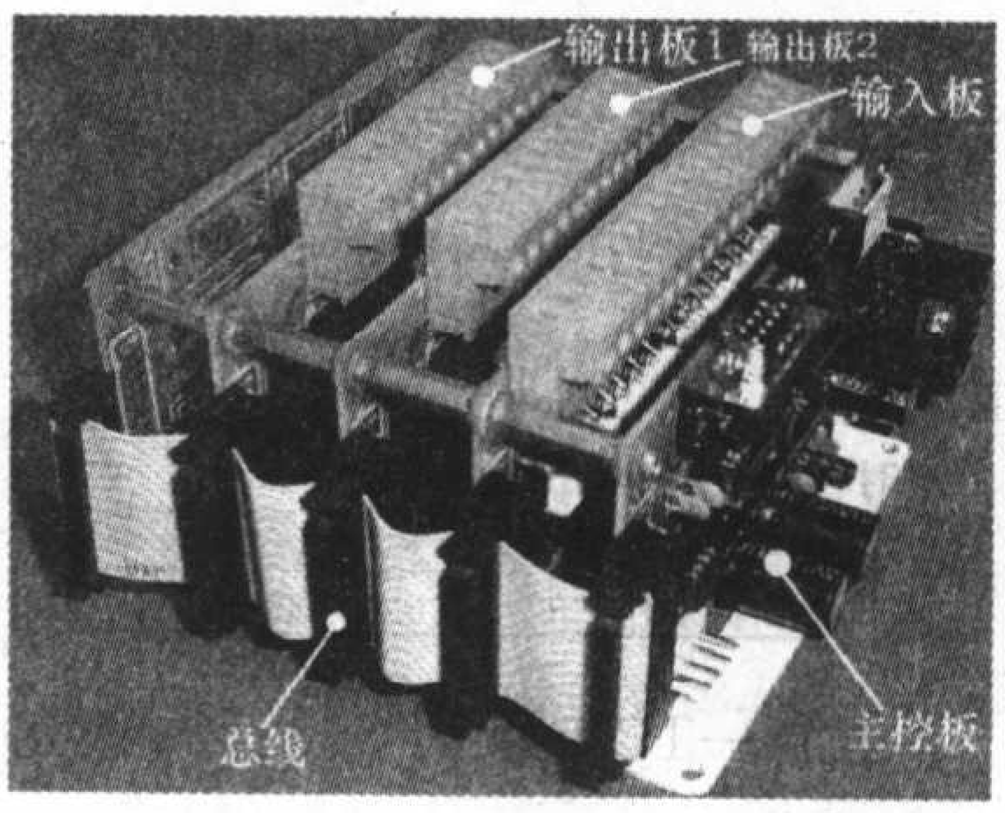


图3

后1片是空板，为将来的扩展预留安装位置。各板通过总线连接在一起。

图4是主控板的部分原理图，其中J4是连接总线的端子，可以采用任一种内置ROM的80C51系列单片机，单片机的P0口用作数据总线，P2.0~P2.5分别是6根控制线，控制其他电路板，这6根线分成二组，CNT0~CNT2为控制总线，分别接输入板、输出板和特殊用途板。AD0~AD2作为地址总线，接到每一块扩展板上，因此，同一类别的板子最多可以有$2^3=8$个地址。

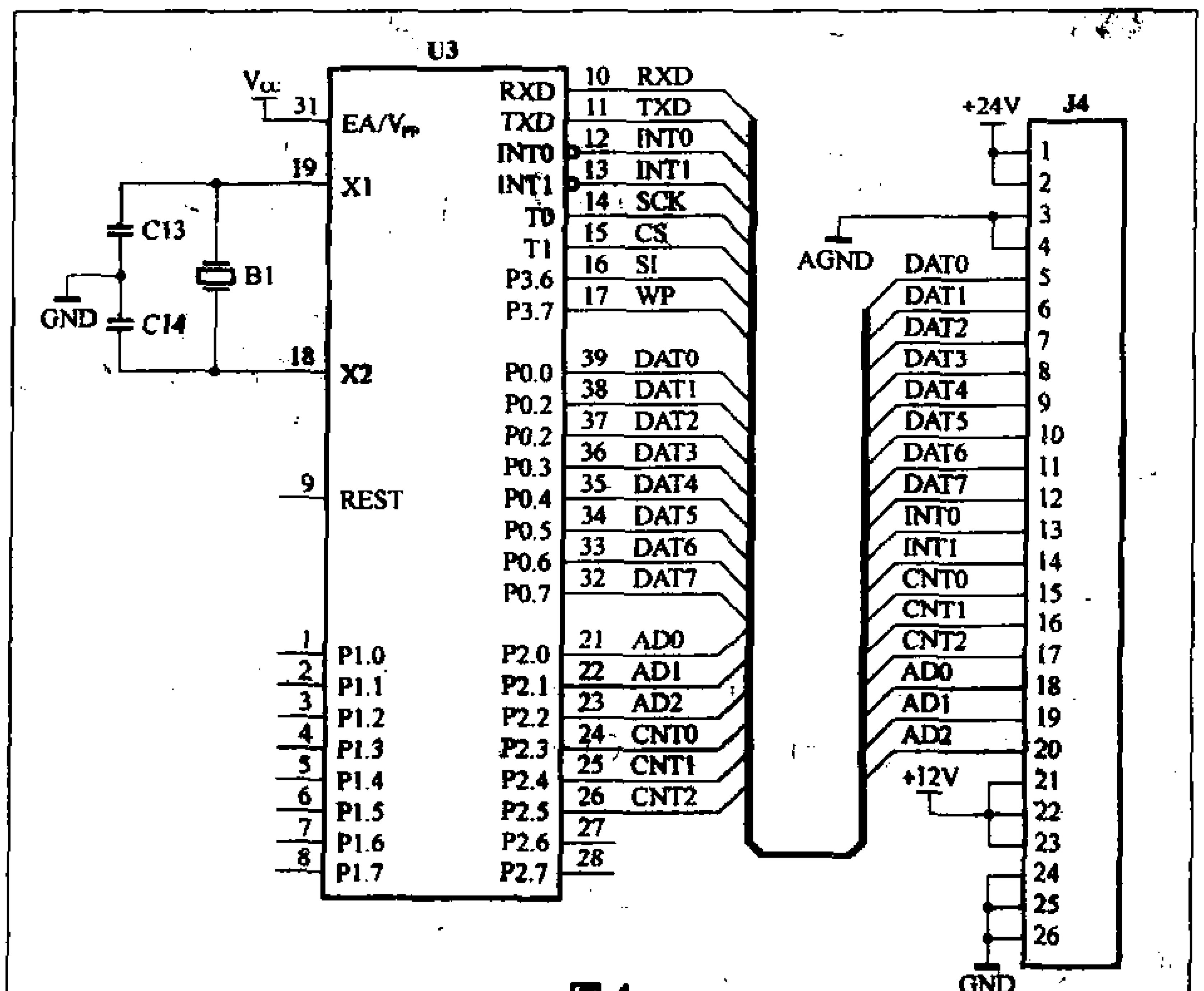


图4

图5是输入板的部分原理图，图中J1是26引脚的总线接口端子。图的下方是输入部分的原理图，使用了光耦隔离输入，一块输入板共有16路输入，这里仅画出了其中四路，其他十二路与此相同。U2和U3是2片74HC244作为总线接口，光耦的输出分别接到其输入端，输出端则接到总线接口端子J1，与主控板的P0口相连。U4是三－八译码器74HC138，该芯片与相关的JP1和J11、JP2组成地址译码电路，U4的三个地址输入端分别接AD0、AD1和AD2，U4的片选端$\overline{E}1$和$\overline{E}2$分别接地，此时U4是否工作就由E3决定，E3接在选择端子JP2上（工作时要求使用插针将JP2接于CNT0一侧），这样，只有当CNT0为1时，才有可能选择输入板。如果CNT0为0，则U4所有输出端均为高电平，两片74HC244均为高阻输出，切断与总线的联系。JP1是八位的插针座，被分为四位一组，分别接U2和U3的片选端，工作时，使用短路子分别接四位中的一位以选择不同的地址。这样组合而成的系统中最多可以接4片不同的输入板，每块输入板有16路输入，最多可以得到64路输入。

图6是输出板的部分原理图，U2是锁存器74HC573，U2的1脚是$\overline{OC}$端，当该端为1时，输出均为高电平，可以看出，1脚接有开机延时电路，通电后C3通过R4充电，R4两端电压从5V缓慢下降，在这段时间内U2输出一直为高阻态，保证开机时继电器不吸合。U2的11脚是锁存端，当该引脚为1时，锁存器开启，输出引脚的电平等于输入引脚的电平，当该引脚为0时，锁存器关闭，输入引脚的电平变化不会影响到输出电平的变化。U2的11脚上接有VT1组成的反相电路，当

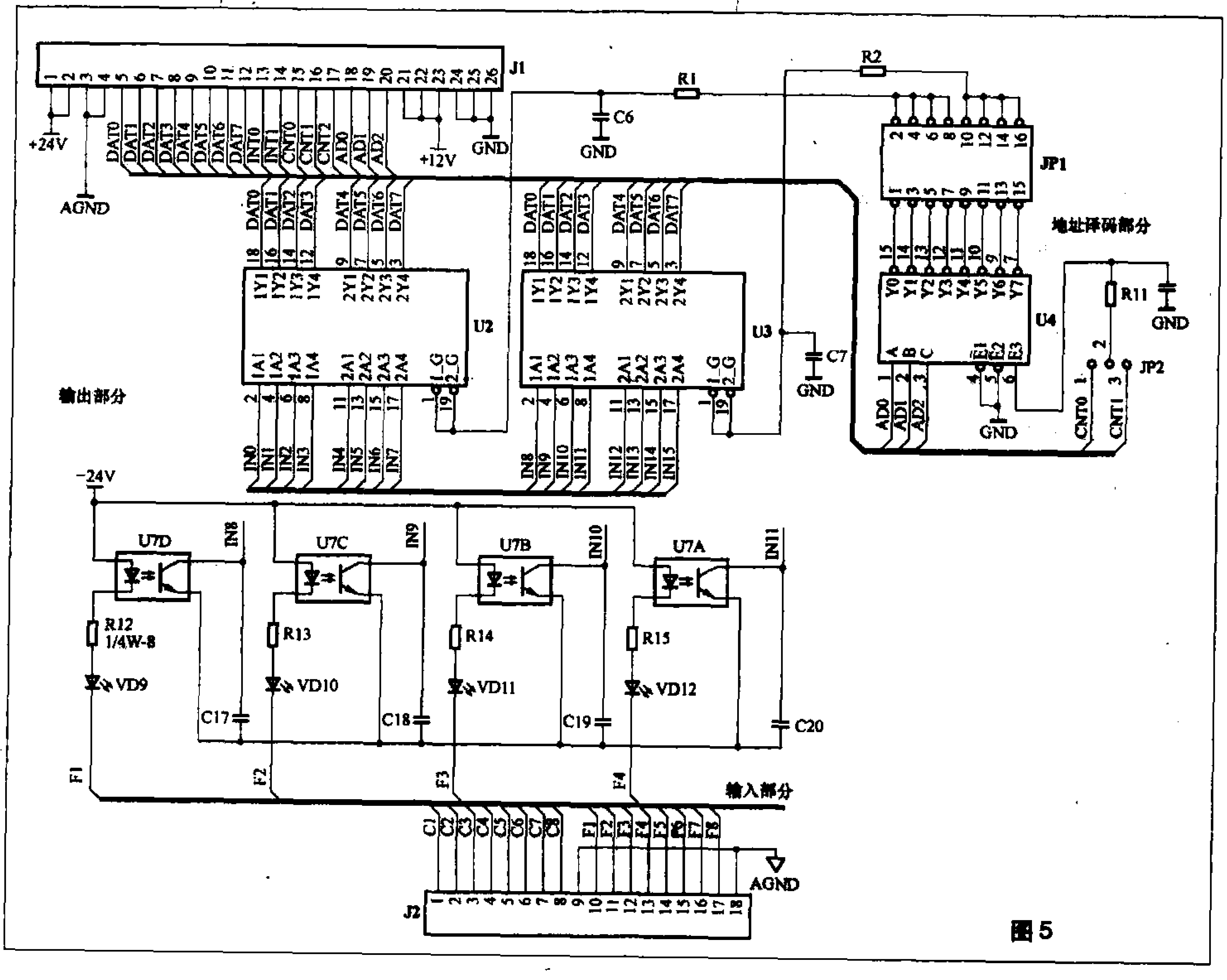


图5

单片机液晶显示技术入门与提高

常用液晶模块与51单片机的接口电路

文/徐世龙

液晶模块LCD可分为段位式LCD、字符式LCD和点阵式LCD。其中，段位式LCD和字符式LCD只能用于字符和数字的简单显示，不能满足图形曲线和汉字显示的要求，而点阵式LCD不仅可以显示字符、数字，还可以显示各种图形、曲线及汉字，并且可以实现屏幕上下左右滚动、动画、分区开窗口、反转、闪烁等功能，用途十分广泛。本文将主要介绍常用液晶模块和单片机的接口电路，希望能给大家在液晶接口电路应用方面一点启发。

目前，显示器的核心——液晶显示控制器品种繁多，如HD61202、KS0108、SED1520、T6963、ST7920等，各种控制芯片在控制电路逻辑指令、指标参数等方面各有差异，但无论哪一种型号的产品，其连接信号基本相同。以上液晶模组控制芯片，大家可以从网上找到详细的数据手册，也可以访问笔者的站点 http://www.qfmcu.com 下载。

在实际应用中，液晶模组和单片机的连接方式有很多种：从占用I/O口线的多少来分，可以分为串行方式和并行方式，其中并行方式又分为4线和8线。实际应用中以并行方式居多，因为液晶模块的显示速度在项目应用中是很重要的，而采用串行方式速度就会慢很多，但串行方式也有一个很重要的优点——占用I/O口少，这在一些单片机I/O口少的场合非常适用，从访问方式来分，可以分为直接访问（又称总线访问方式，等同于读写外部RAM）和间接访问，笔者个人感觉用直接访问方式好一些，毕竟大家对总线更熟悉一些，无论是硬件电路设计和程序设计，都会显得更容易。

下面介绍笔者设计过的部分接口电路，供读者参考。因为51系列单片机是目前国内应用最广泛的一种单片机，因此以下介绍的电路都是51单片机与液晶模组的连接线路图，大家可以参考移植到其他系列单片机上。

（一）51单片机与液晶模组控制芯

VT1的输入为“1”时，锁存器关闭，VT1的输入为“0”时，锁存器才能开启。而VT1的输入端是接到JP1上，可以用短路子短接来选择接74HC138的8个输出端中的一个。74HC138的三个地址端接AD0、AD1和AD2，控制端$\overline{E1}$和$\overline{E2}$接地，E3接JP2，正常工作时，用短路子将CNT1与G2接通，通过地址线和CNT1来控制输出板。这样组合而成的系统中最多可以接8片不同的输出板，每块输出板有8路输出，最多可以得到64路输出。U1及其后的继电器、发光二极管显示等电路一共有8组，这里仅画了一组，其余各组结构相同。

机械手控制的硬件部分就介绍到这里，下一期笔者将介绍其程序的编写。

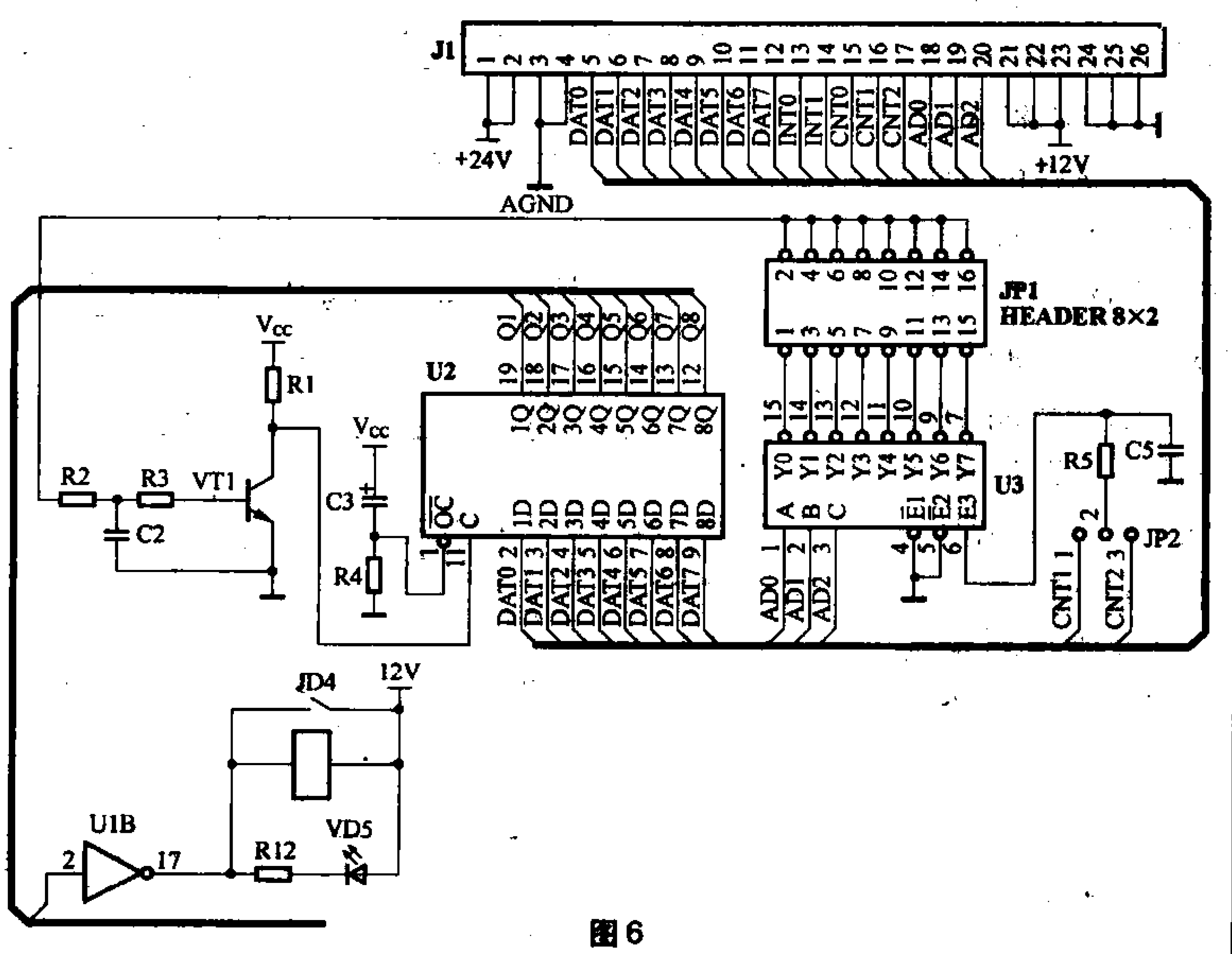


图6

片 HD61202 的接口电路

图 1 是由最小单片机系统与液晶模组连接组成的电路图，74LS373 为地址总线和数据总线分离芯片，比较常用；74LS00 用来满足总线的读写控制时序；液晶模组的复位用单片机的 I/O 口和程序来控制完成，20k 的电位器用来调节液晶对比度，这在一般的液晶模组控制中比较常见。

这里采用的是并行、直接访问方式，占用I/O口多，增加了硬件成本，但控制速度快且控制简单。

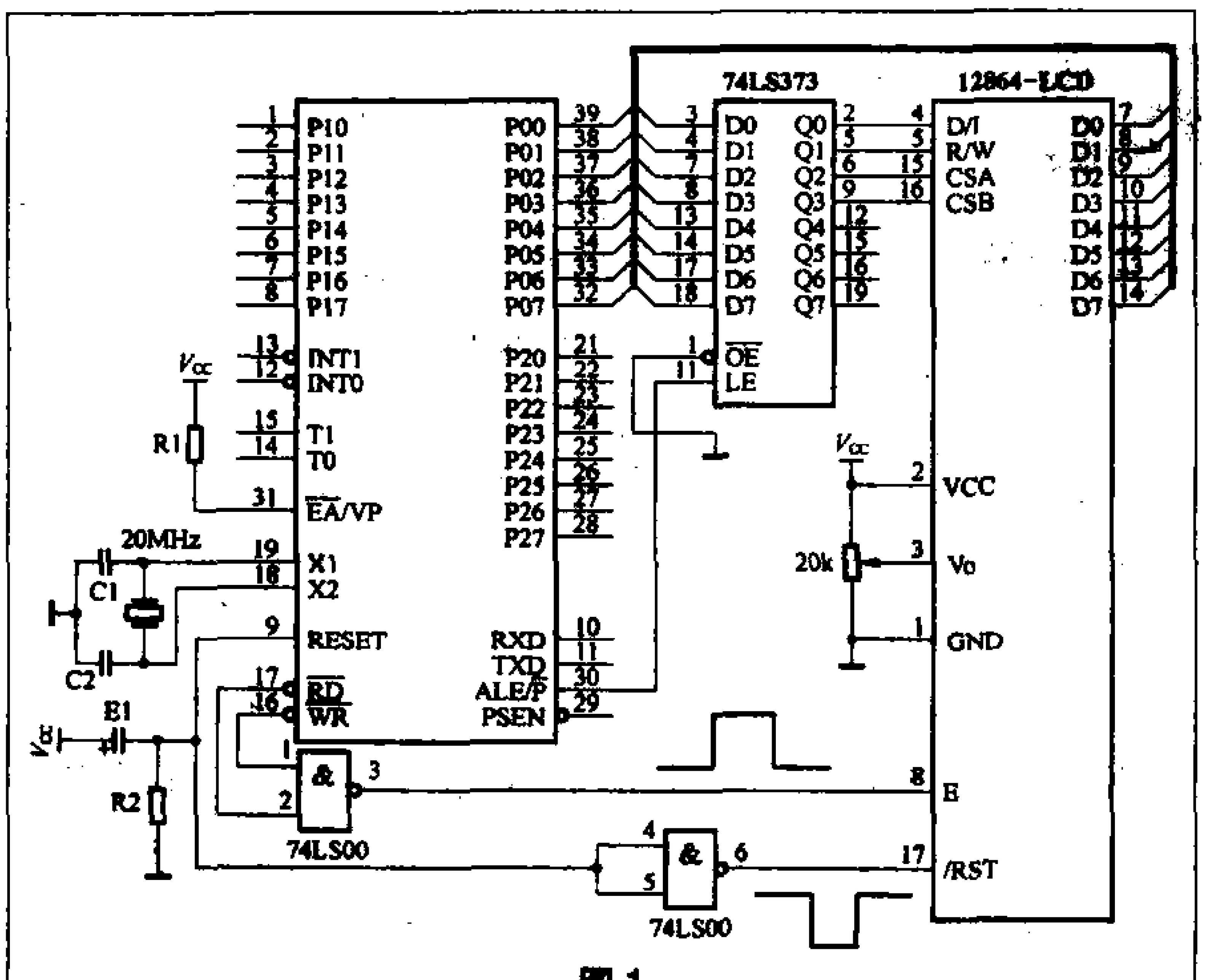


图 1

(二) 51 单片机与液晶模组控制芯片 KS0108 的接口电路

图2左边采用的是并行访问方式，右边采用的是间接访问方式。图中的门电路所起的作用同图 1 的74LS00，10k的电位器也是用来调节液晶对比度的。与图1不同的是，这里的液晶模组的复位电路是由独立的阻容复位电路完成的。

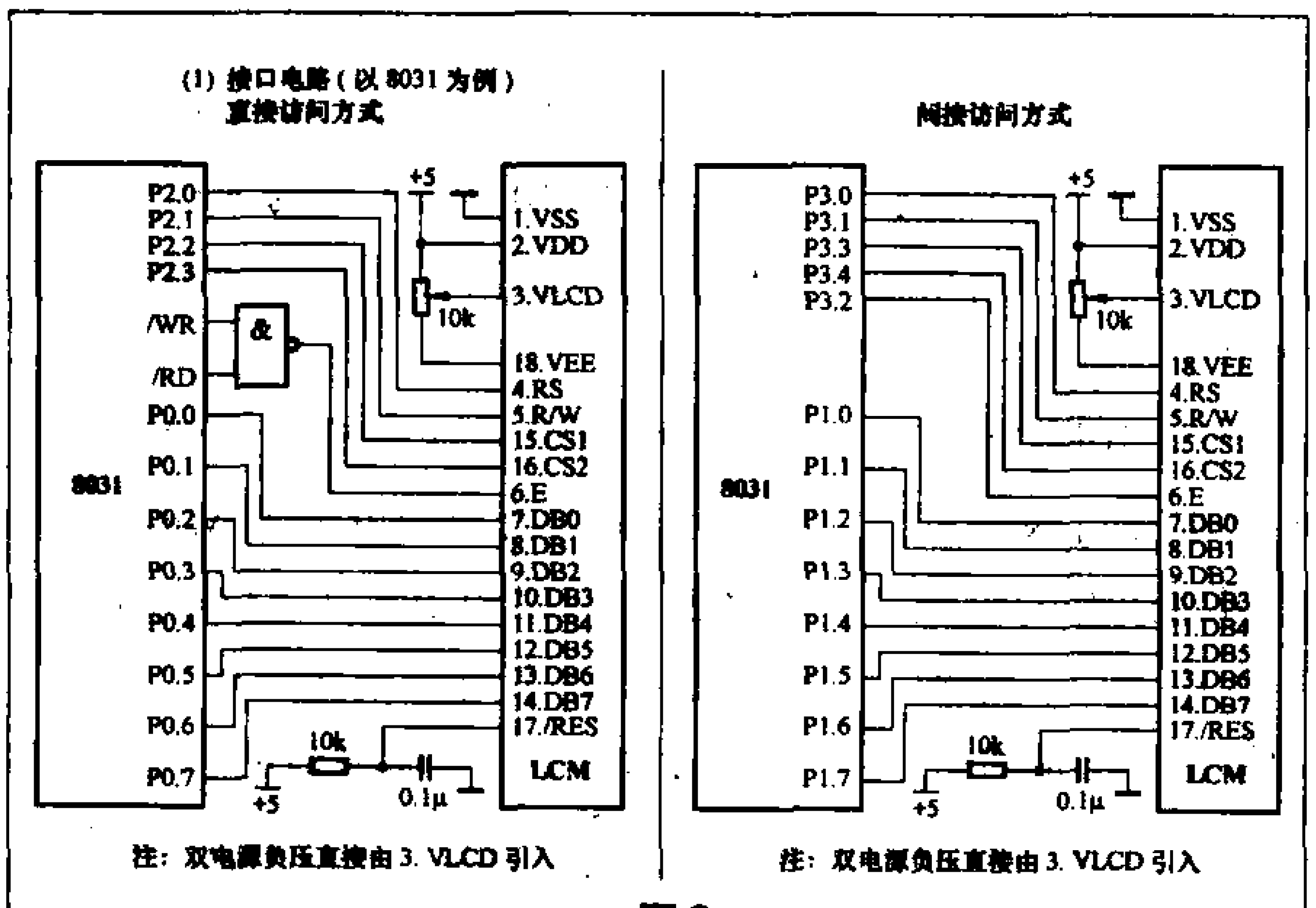


图 2

这里采用的是并行访问方式，占用 I/O 口多，增加了硬件成本。

(三) 51 单片机与液晶模组控制芯片 SED1520 的接口电路

图 3 中的门电路是用来完成总线时序的，电位器也是用来调节液晶对比度的，需要注意的是，这里的液晶模组的复位直接接到了电源端，液晶模组的读写脚直接接到了电源地。

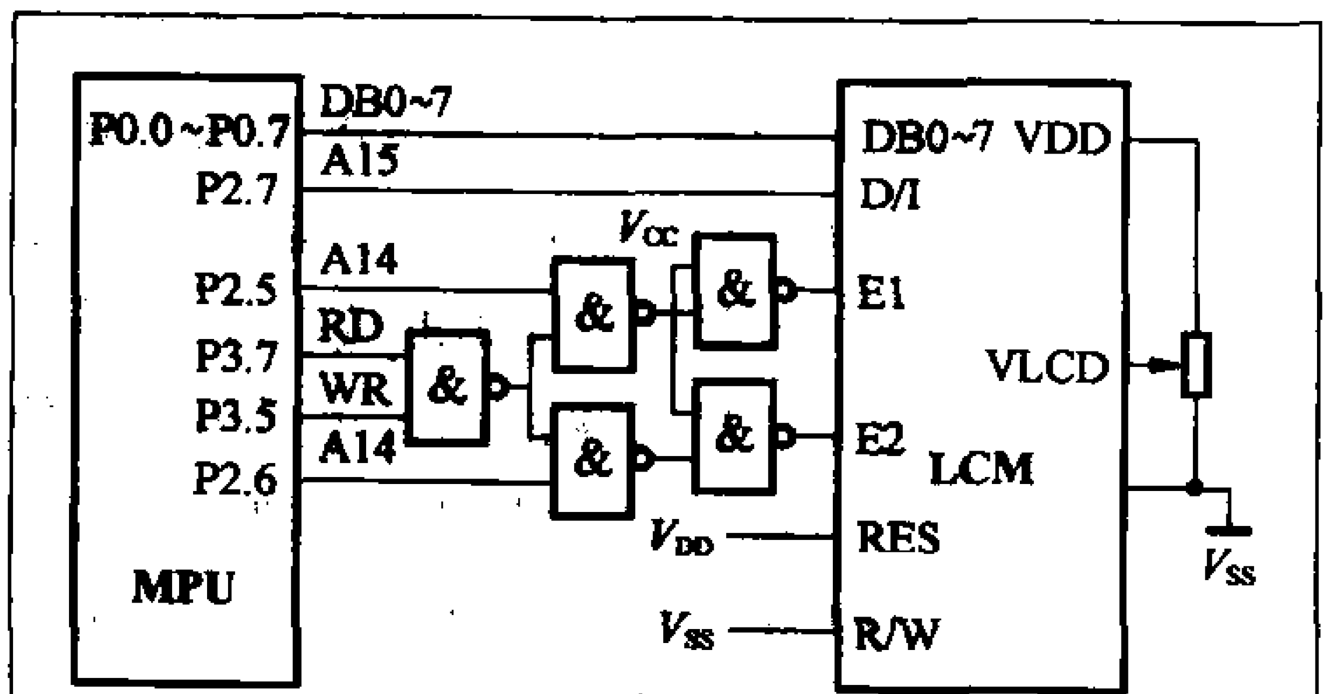


图 3

这里采用的是并行、直接访问方式。

图中的门电路为 74LS00，液晶模组为点阵模组，可以显示字符图形等。

(四) 51 单片机与液晶模组控制芯片 T6963 的接口电路

图 4 中液晶模组对比度调节和以上几种接口电路不同，它是从外部取了一个负压（液晶显示晶体在不同的负压下会产生不同的显示效果），而不是用了液晶模组本身提供的负压，这说明图 4 所用到的模组没有负压产生电路，这在选购液晶模组时要特别注意；图4的最下面部分[EL Backlight]为液晶模组的背光部分电路。

这里采用的是并行、直接访问方式，液晶模组为点阵模组，可以显示字符图形等。

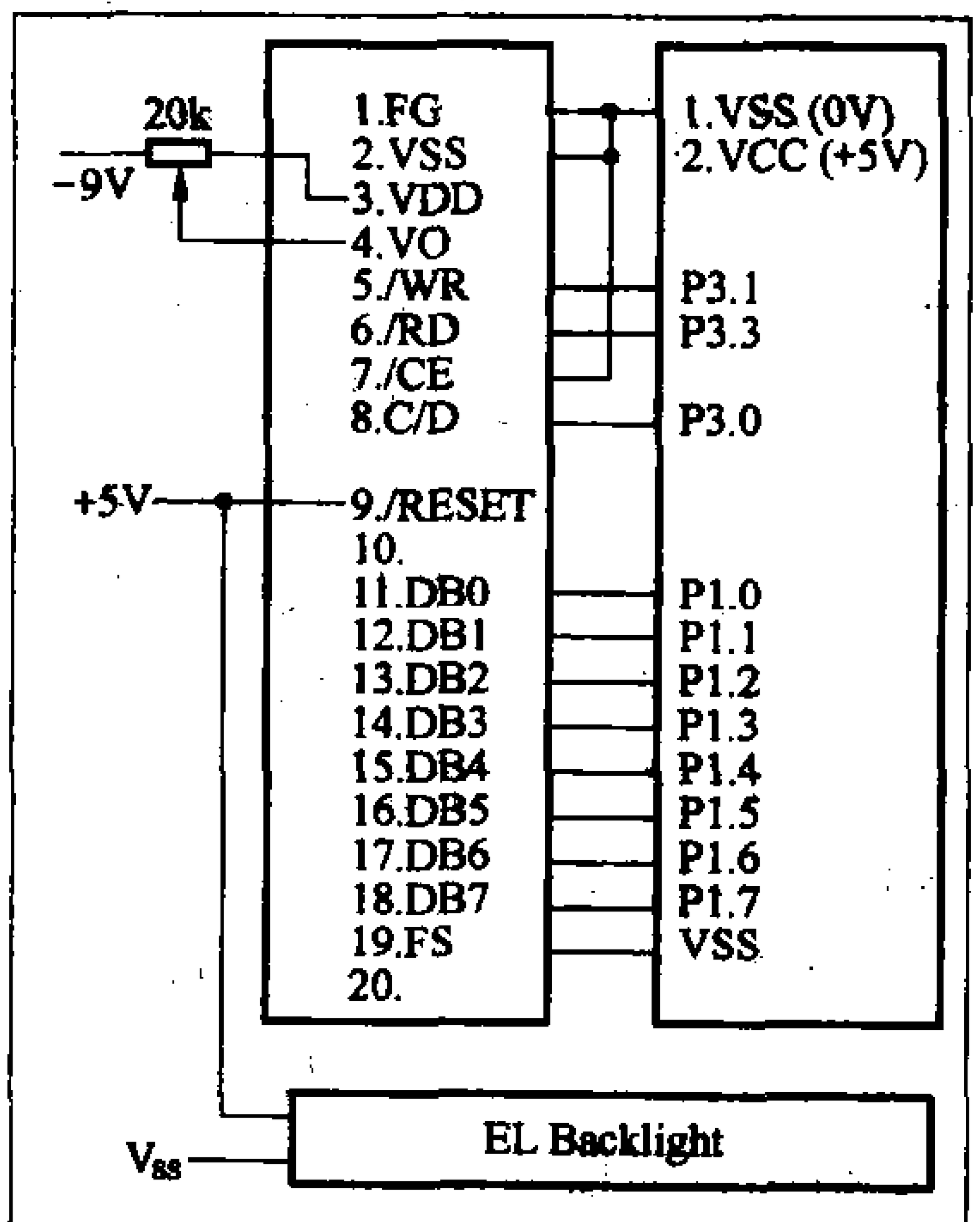


图 4

(五) 51 单片机与液晶模组控制芯片 ST7920 的接口电路

图 5 中的电阻 R 为液晶模组背光

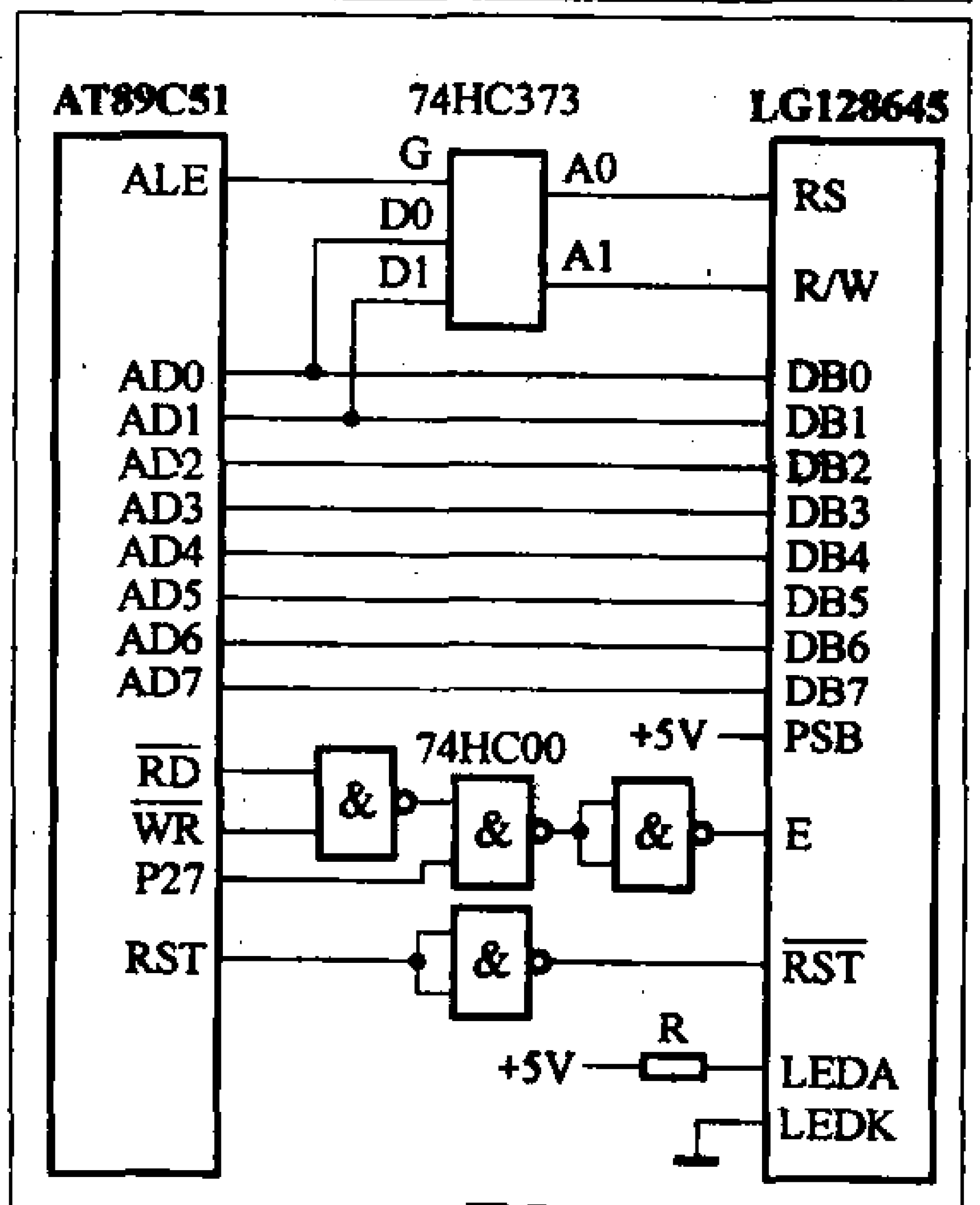


图 5

自制MPLAB ICD2 在线调试/烧写器

文/熊万国 熊军锋

Microchip推出的PIC系列单片机，涵盖了从低端到高端的应用场合，性价比较高，性能也比较稳定，因此使用广泛。在线调试器ICD(In-Circuit Debugger & Programmer)是在线仿真器(ICE)的一个廉价替代品，它能完成很多以前只有昂贵的硬件才能完成的工作。MPLAB ICD2(以下简称ICD2)在软件MPLAB IDE7.01(可到Microchip网站http://www.microchip.com下载)平台支持大多数Flash芯片的PIC单片机的调试、烧写。初学者自己动手制作一个ICD2开发工具，不仅能够直接了解PIC单片机的基本知识，也能获得初步的感性认识，对于PIC单片机的全面学习很有帮助。笔者通过分析原装ICD2电路图，发现完全可以采用简单的电路代替它，功能基本和原装产品一样。现将其介绍给读者。

电路如图1所示，下面简单对其原理进行分析：(1) MAX232是ICD2与PC机串行通信的接口芯片，完成与PC机通过串口通信的电平转换，将PC机发送的串行数据及控制信号传递给单片机PIC16F876A。串口通信波特率可在57600b/s下稳定工作。另外，在这里使用了MAX232中的升压电路，和VD1、VD2、C17、C5构成ICD2编程电压产生电路，以产生13V的编程电压V_{pp}。(2) PIC16F876A是本ICD2的核心单片机，里面应写入根程序Boot Loader。在MPLAB IDE7.01中有一个BL010101.hex就是根程序Boot Loader，但它只适用于PIC16F877/876单片机。对这一个文件略作修改就能用于PIC16F876A/877A，本期配刊光盘本文目录下的BL010101A.hex是笔者修改好的根程序。在制作时只要将其写入到PIC16F876A即可。当然PIC16F876A也能用PIC16F877/877A代替，只要按图将其和PIC16F876A相同的端口连接即可。(3) 编程电压输出电路使用三极管VT1～VT4和一些二极管、电阻构成的开关控制。(4) 一般情况下，不会经常改变目标电路的电源电压，所以本电路没有采用芯片控制目标电路的电源是否由ICD2提供的方式，而是通过J3的跳线选择。通常情况下，目标板最好使用自己的电源，如果目标电路的电流需求小于400mA，可以选择由ICD2提供电源。

由于电路简单，可以用一般的万能面包板搭接，当然最好根据电路图做一个PCB。有一点要注意的是：由于本电路是数字电路，退耦电容C10～C13的位置一定要选择好。另外，PC机与本电路的串口连接线要用一对一的方式，不能用交叉的方式，否则图中的J1的DB9连线2与3、7与8、4与6要相互交换。只要电路安装正确，PIC16F876A中写入了正确的根程序，一般按以下的步骤就能正常使用。

下面简单谈谈联机调试使用的方法(详细说明及帮助可参考Microchip网站上有关MPLAB ICD2的有关内容，如ICD 2用户指南等)。

1．本ICD2在最新的MPLAB IDE7.01调试通过，MPLAB IDE7.01可在Windows XP/2000等系统下工作，一般按默认安装即可，如果需要使用其他的语言工具(如C语言编译器等)，就需要安装相应的接口组件。PC

限流电阻，74HC00的作用同前几个图中的74LS00。

这里采用的是并行、直接访问方式。液晶模组为点阵模组，可以显示字符图形等。

(六)51单片机与液晶模组控制芯片ST7920的接口电路

图6采用的是串行方式，占用I/O口少，降低了硬件成本，但控制速度慢且控制复杂(主要是程序方面)。液晶模组为点阵模组，可以显示字符图形等。

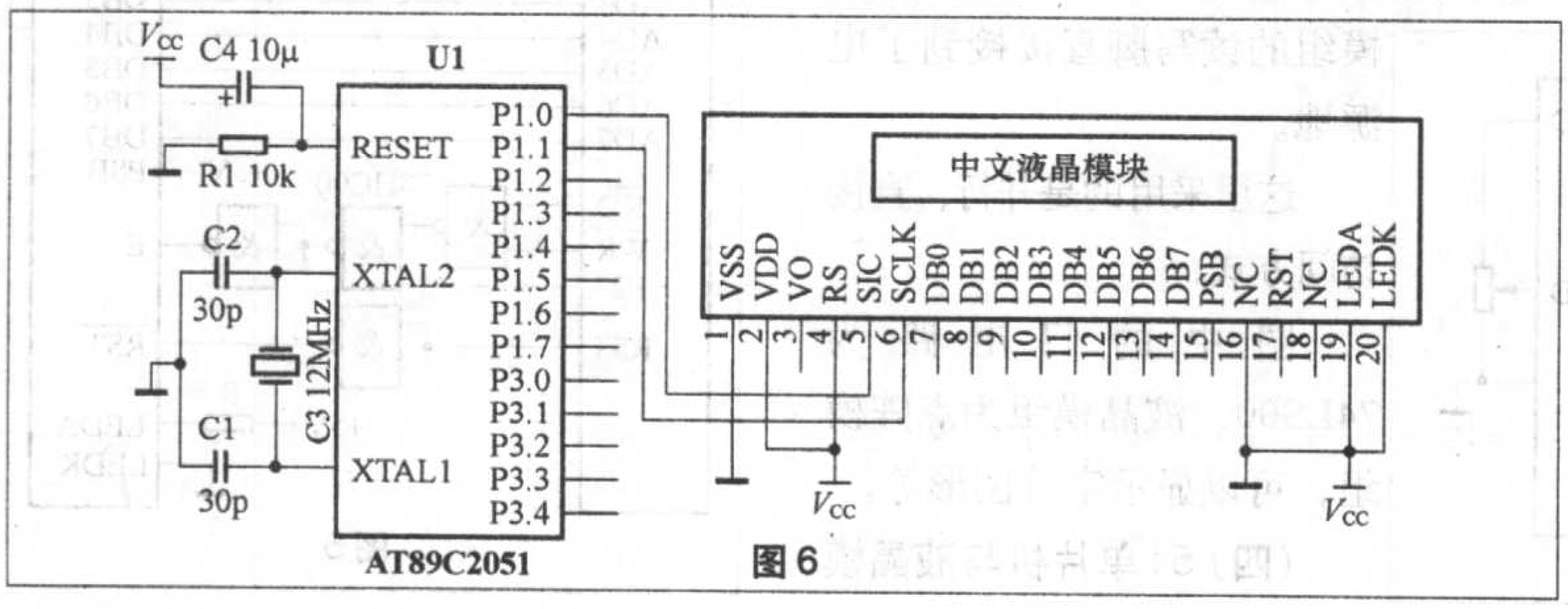


图6

本文在介绍液晶显示模组与单片机硬件接口的同时，指出了一些接口方案的利弊。简单总结一下，如果单片机的I/O口富余的话，用直接访问、并行方式比较好；如果单片机的I/O口比较紧张且在显示速度要求不高的应用中，建议还是用串行通信方式。由于各种液晶显示模组的接口基本相同，因此本文所讨论的内容也适用于其他型号的液晶显示模组。下期，笔者还会为大家介绍关于液晶模组应用中单片机编程方面的内容。

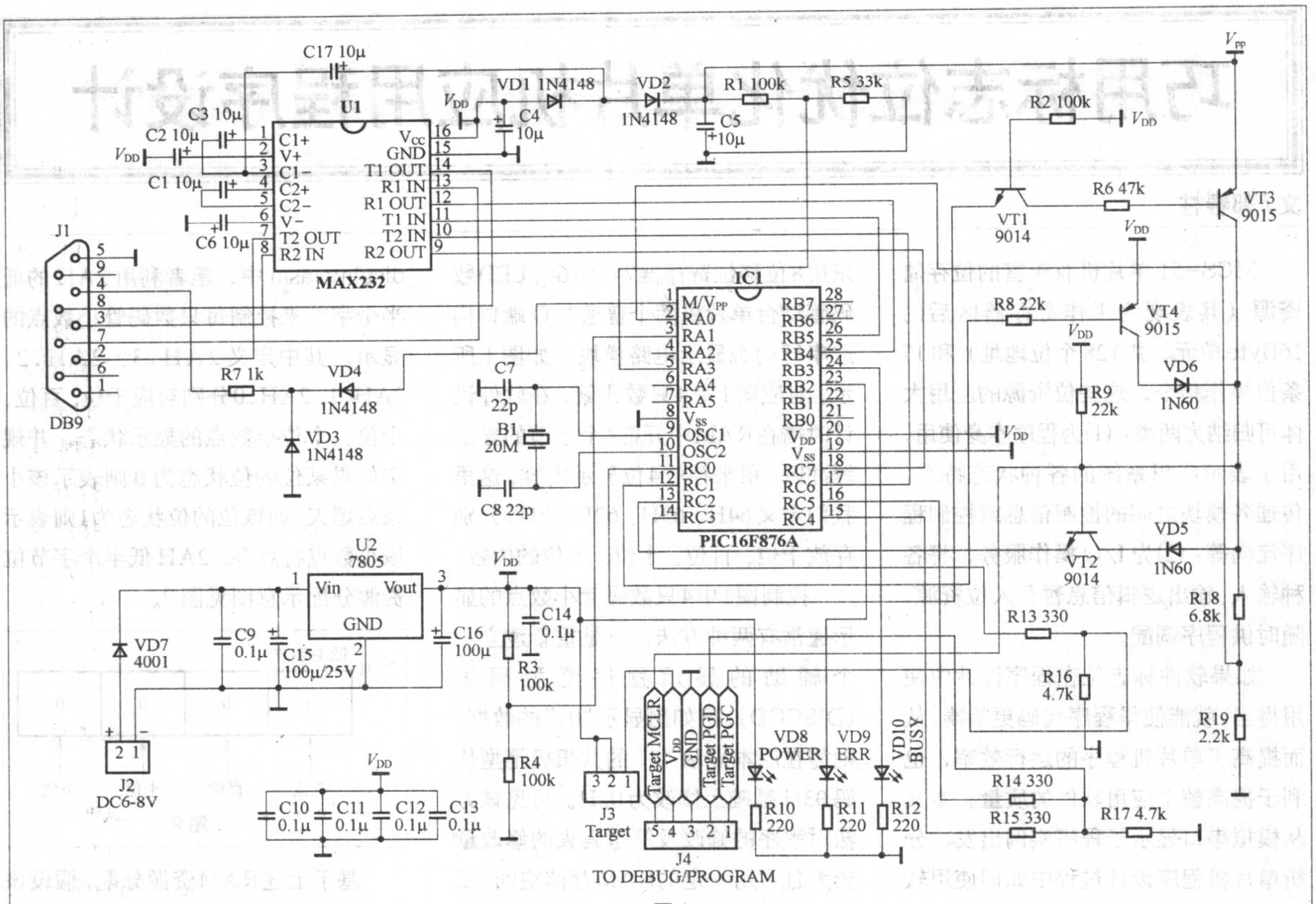


图1

机和本ICD2通过串口连接，注意必须关闭PC机所使用串口的FIFO缓冲功能，具体设置在“控制面板/系统/硬件/设备管理器/通信端口（COM1/2）”中进行。目标板通过J4和ICD2连接。

2.接通ICD2电源和目标板电源，运行MPLAB-IDE软件，执行菜单“Configure>Select Device”，选择需要调试/烧写的芯片型号，如PIC18F8550，按“OK”按钮，见图2。

3.执行菜单“Debugger>Select Tool>MPLAB ICD2”(或“Programmer>Select Tool>MPLAB ICD2”)。在Output的MPLAB ICD2窗口中会出现如图3所示界面。提示不能连接ICD2，这是由于MPLAB IDC7.01中与ICD2的默认联接是USB，并且每次使用都是如此。

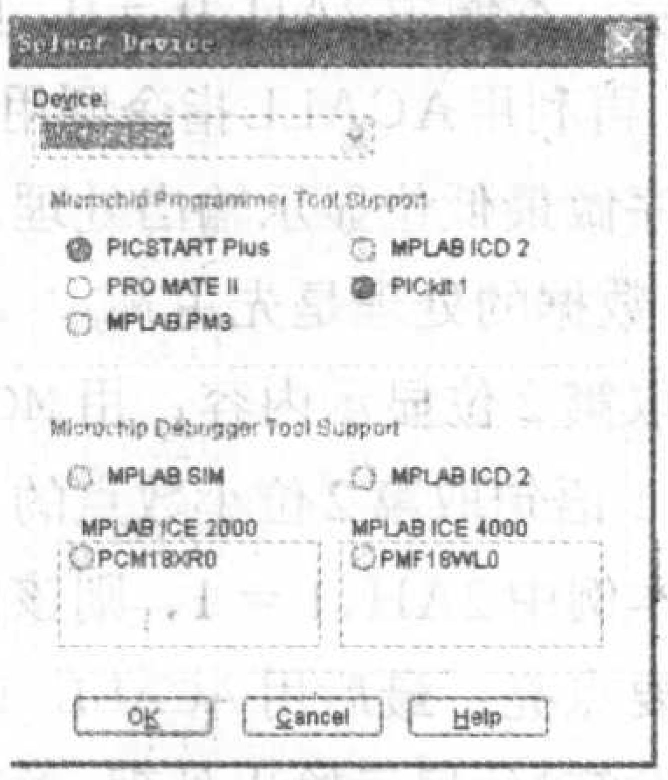


图2

4.执行菜单“Debugger>MPLAB ICD2Setup Wizard ”，点击“下一步”，在Com Port中选正确的串行端口，如COM1，点击“下一步”，再点击“下一步”，确认在“MPLAB IDE automatically connects to the MPLAB ICD 2”前打了✓，点击“下

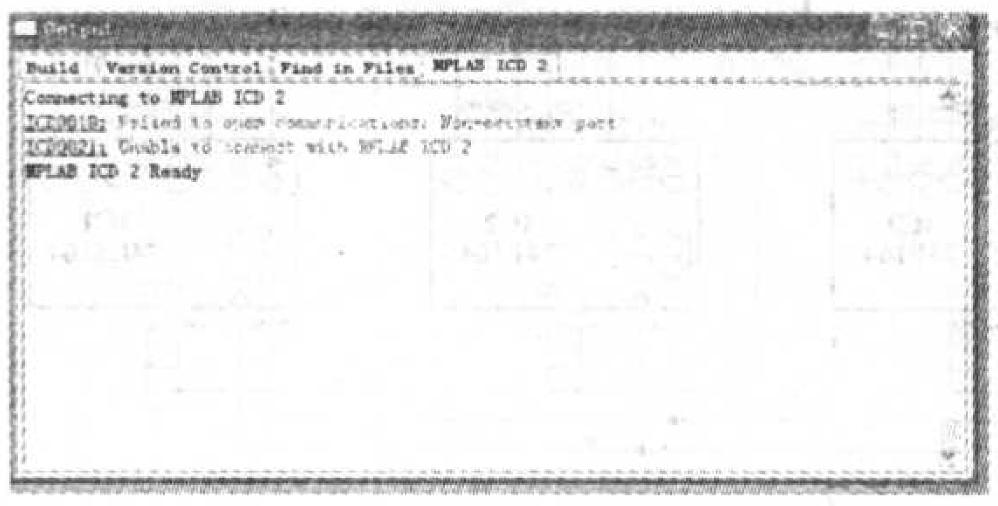


图3

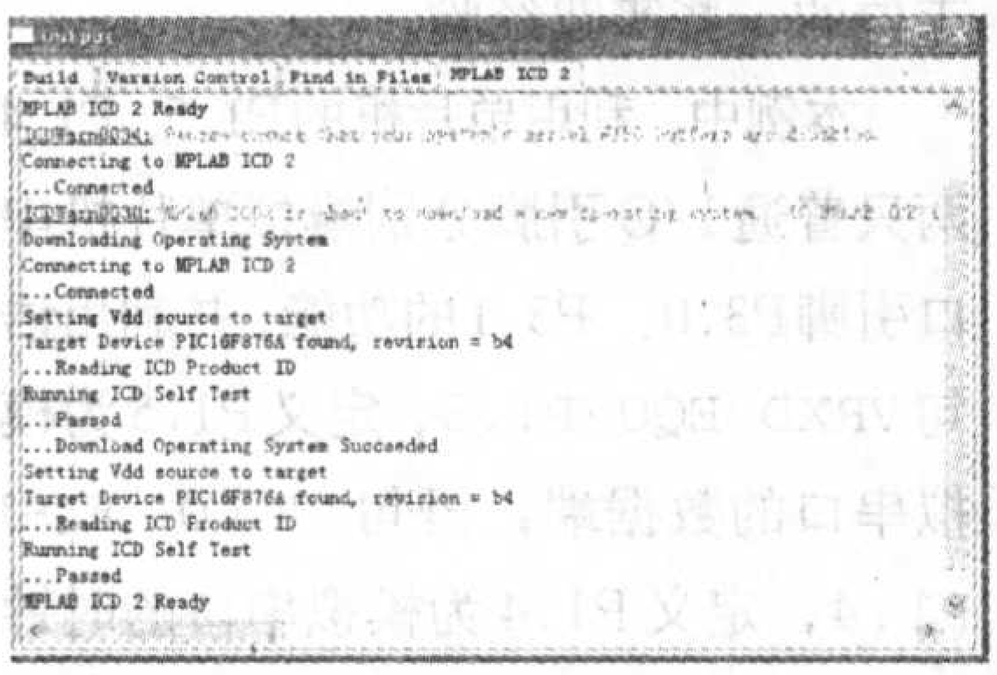


图4

一步”，确认在“MPLAB IDE automatically downloads the required operating system”前打了✓，点击“完成”，在Output的MPLAB ICD2窗口中会继续出现图4所示界面。

软件的具体操作过程可参考本期配刊光盘中本文目录下的相关图片。

OK，这个在线调试/烧写器就制作成功了！在制作中如有困难和疑问，欢迎通过杂志信箱radio@radio.com.cn提出。

巧用标志位优化单片机应用程序设计

文/郭春柱

MCS-51单片机有丰富的位存储资源（其表现为工作寄存器区后的16Byte单元，共128个位地址）和17条位操作指令，这些位资源的应用大体可归纳为两类：(1)为程序本身使用，用于表示应用系统的各种状态特点，传递各模块之间的控制信息或控制程序流向等；(2)为I/O操作服务，将各种输入、输出逻辑信息暂存入位资源，随时供程序调配。

如果软件标志位在程序设计中使用得当，就能使得程序代码更紧凑，从而提高了单片机程序的运行效率，也利于提高整个应用软件的质量。本文从模拟串口显示子程序实例出发，分析单片机程序设计过程中如何使用软件标志位，并归纳了正确使用软件标志位的一些实践经验。

本例中，利用单片机的P1.5、P1.4两只普通I/O引脚分别模拟单片机串口引脚P3.0、P3.1的功能，并利用语句VRXD EQU P1.5，定义P1.5为模拟串口的数据端；语句VTXD EQU P1.4，定义P1.4为模拟串口的时钟端。为节约显示系统硬件成本，通常采用8位移位寄存器74LS164、LED数码管结合单片机两个普通I/O端口构造串行动态显示电路模块，如图1所示。对应图1中4只数码管，在软件设计时需在RAM中开辟4个字节的显示缓冲区，用来存放4位显示内容，这里我们定义64H、63H、62H、61H分别存放千位、百位、十位、个位的内容。

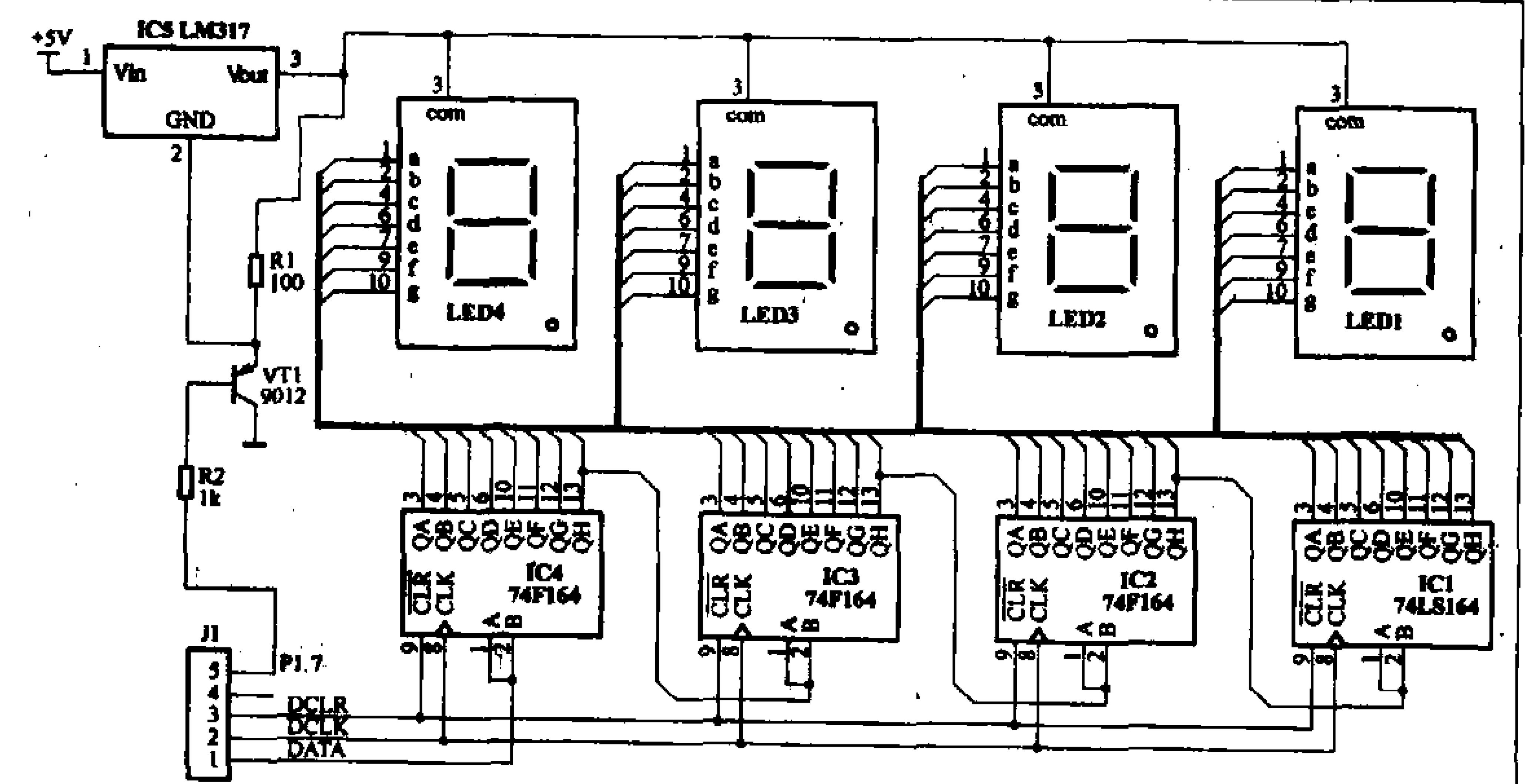


图1

控制图1中4只数码管小数点的显示通常有两种方法：一是重新建立一个辅助的显示程序笔型码表(DISCOD)，例如想显示“0.”的数据，则需在原本显示“0”的共阳极笔型代码03H基础上修改为02H。可见该方法对程序的修改及笔型码表的修改量较大且占用一定的RAM存储空间。二是在RAM中另外开辟4个字节的显示缓冲区，用来存放4位小数点的显示状态，并需要修改原来显示处理子程序才能实现。这种方法存在需浪费4个字节的RAM资源及多次跳转带来单片机运行效率低的缺点。其实利用半字节的单片机位存储资源就可避免以上的修改或RAM资源浪费等问题。本期配刊光盘中本文目录下的参考程序段display.asm中，笔者利用2AH的低半个字节来控制每只数码管小数点的显示。其中定义2AH.3、2AH.2、2AH.1、2AH.0分别对应千位、百位、十位、个位小数点的显示状态，并规定如果某位的位状态为0则表示该小数点熄灭，如该位的位状态为1则表示该小数点将点亮。2AH低半个字节位资源分配示意图见图2。

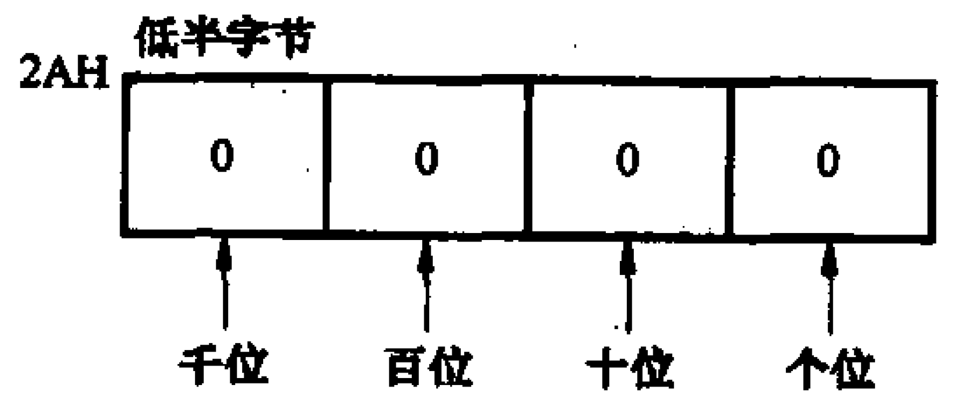


图2

基于上述RAM资源分配，假设该应用系统想显示一个“6.8”的数据，应用程序就可以按以下思路设计：在主程序调用显示子程序之前，利用相应功能处理程序中将62H、61H这2个RAM单元分别置入BCD码“6”、“8”；利用ORL或指令将2AH位资源的第2位置为1，即将2AH的低4位对应的二进制数置为0010。接着用MOV DPTR,#DISCOD语句将DPTR指针指向笔型码表的首地址；用MOV A,61H语句取最低位需显示的内容，用MOV C,2AH.0判断最低位的小数点是否需要显示，本例中2AH.0＝0，则无需显示；再利用ACALL指令调用DISP0子程序做最低位显示输出处理。对于“6.”数据的处理是先用MOV A,62H语句取第2位显示内容；用MOV C,2AH.1语句取第2位小数点的显示状态，本例中2AH.1＝1，则该位小数点需要点亮；最后用ACALL DISP0语句做第2位显示输出处理。关于本文

基于单片机总线方式的数码管接口电路

文/江 勇

在开发单片机的过程中，常常会因为资源不足而不得不大量扩展接口芯片以满足应用系统的需要，其中原因之一就是人机界面中的键盘、显示占用了系统太多资源，造成系统庞大，并降低了系统的可靠性。在单片机应用系统中，通常键盘、显示可以采用一些通用或专用芯片进行扩展，以节省单片机资源，但和系统开销之间有不可调和的矛盾。为解决这一问题，我们将数码管显示也做成映射为存储空间的方法来选通数码管，极大地节约了单片机资源，系统造价也减少了，较之我们现在流行的数码管接口电路有极大的优势。它不需要像传统的静态显示那样需要大量硬件作支持，也不像一般的动态显示那么难于编程，更为突出的一点就是非常容易扩展更多数码管显示。

这个问题是笔者在备战大学生电子设计大赛时遇见的，当时我们要尽量压缩最小系统的硬件开销，又不至于减少其功能，碰到最棘手的问题就是显示部分。我们首先想用串口通信加74LS164的方案解决，但是手工制作确实难度很大。后来我们用专用显示芯片MAX7912完成，同样有上述问题。我们还用过8255作控制接口，虽然较前两种解决方案有所改进，但是系统造价并没有降下来，最终我们选择了基于单片机总线方式的数码管接口电路，把它用在统一制作的单片机最小系统板上，效果非常明显。只需额外加一个74LS373锁存器和74LS245作驱动，就非常完美地完成了显示工作，且编程十分简单，下面向读者详细介绍该电路的工作原理。

硬件原理及编程思路

我们用的是单片机AT89C52，考虑到它工作在总线方式时，即对外部存储器进行写操作时，其P0口独特的工作时序（见图1），理论上我们在第一个ALE下降沿时将P0口的数据锁存用作数码管选通信号，用 $\overline{WR}$ 下降沿锁存P0的数据用于笔画段显示，那么我们就可以在一条写指令周期内完成对数码管的整个显示工作。

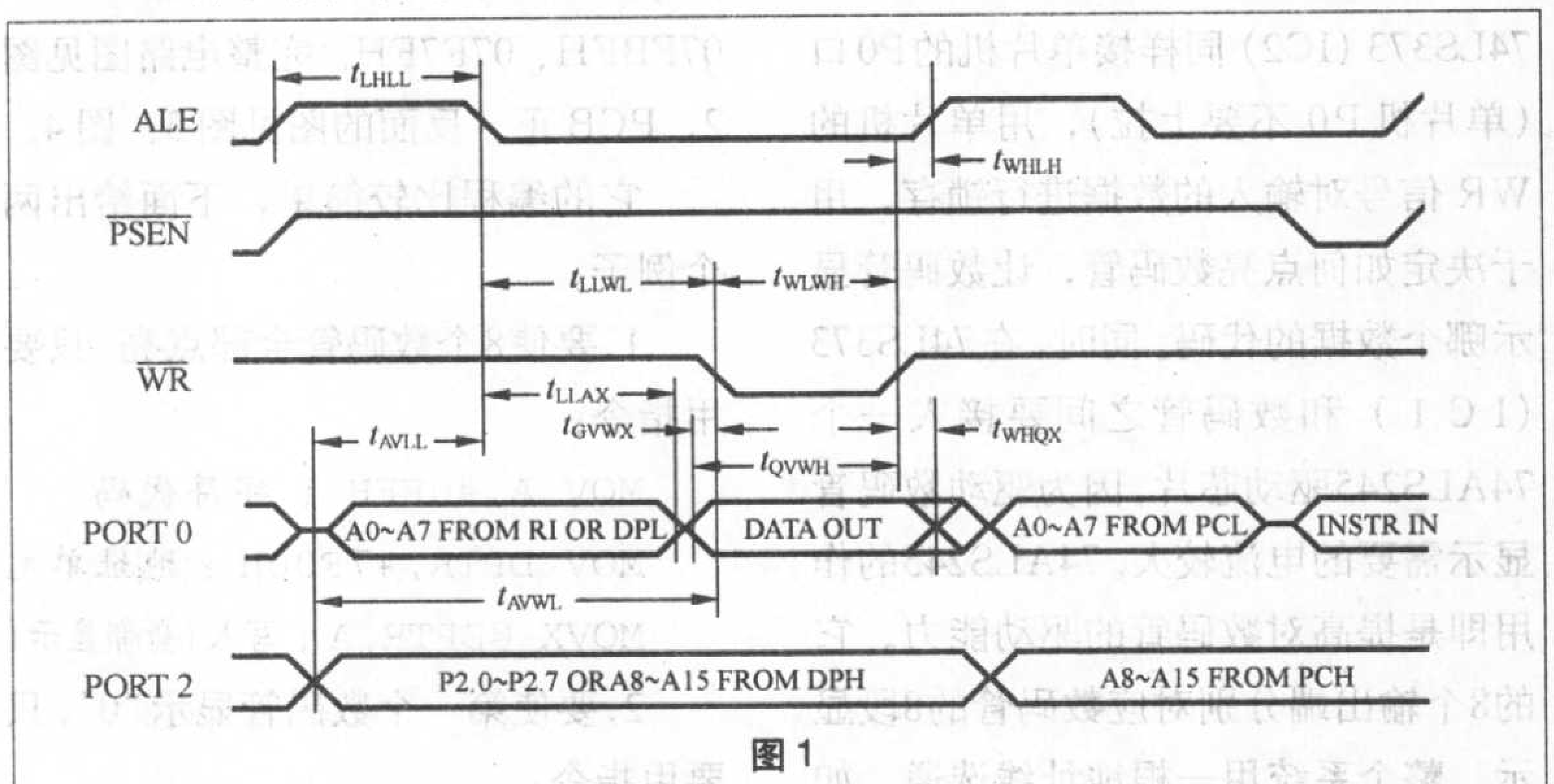


图 1

设计思想的具体应用，读者可参考display.asm中的相关程序段。

另外，对于MCU软件标志位这一资源的使用，还经常用于键盘处理程序“模式”键的功能处理中，在相应的程序设计中，结合不带进位循环左移指令“RL A”来实现各种功能模式的选择。

从上述程序编制的过程可见，在单片机程序设计过程中可以使用128个软件标志位。但软件标志位一多，使得编程更易出错，增加了程序调试的难度。要正确使用软件标志位需从两个方面做好工作：(1) 要规则好软件标志位的分配和定义工作，特别是那些对整个软件系统有控制作用的软件标志位必须仔细定义。而对于只在局部程序中使用的软件标志位，也必须定义好它的使用范围及其物理意义。(2) 对每个具体充当软件标志位的位资源必须分别进行详细的记录，最好编制一张软件标志位的使用说明表，表中大体可安排符号名称、位地址、物理意义、使用者等表目，示例见附表。

附表　RAM 位寻址区资源分配表(20H～2FH)

字节地址	位地址	符号	说明	使用者
2FH				
……				
2AH	53	2AH.3	千位	模拟串口显示子程序
	52	2AH.2	百位	
	51	2AH.1	十位	
	50	2AH.0	个位	
……				
20H				

上述应用思路是笔者工作实践中一些肤浅的体会，你也可以根据上述的软、硬件设计思路，结合实际条件进行创意，进行相应功能程序的修改与扩展，从而实现更具个性化的要求或更实用的功能。

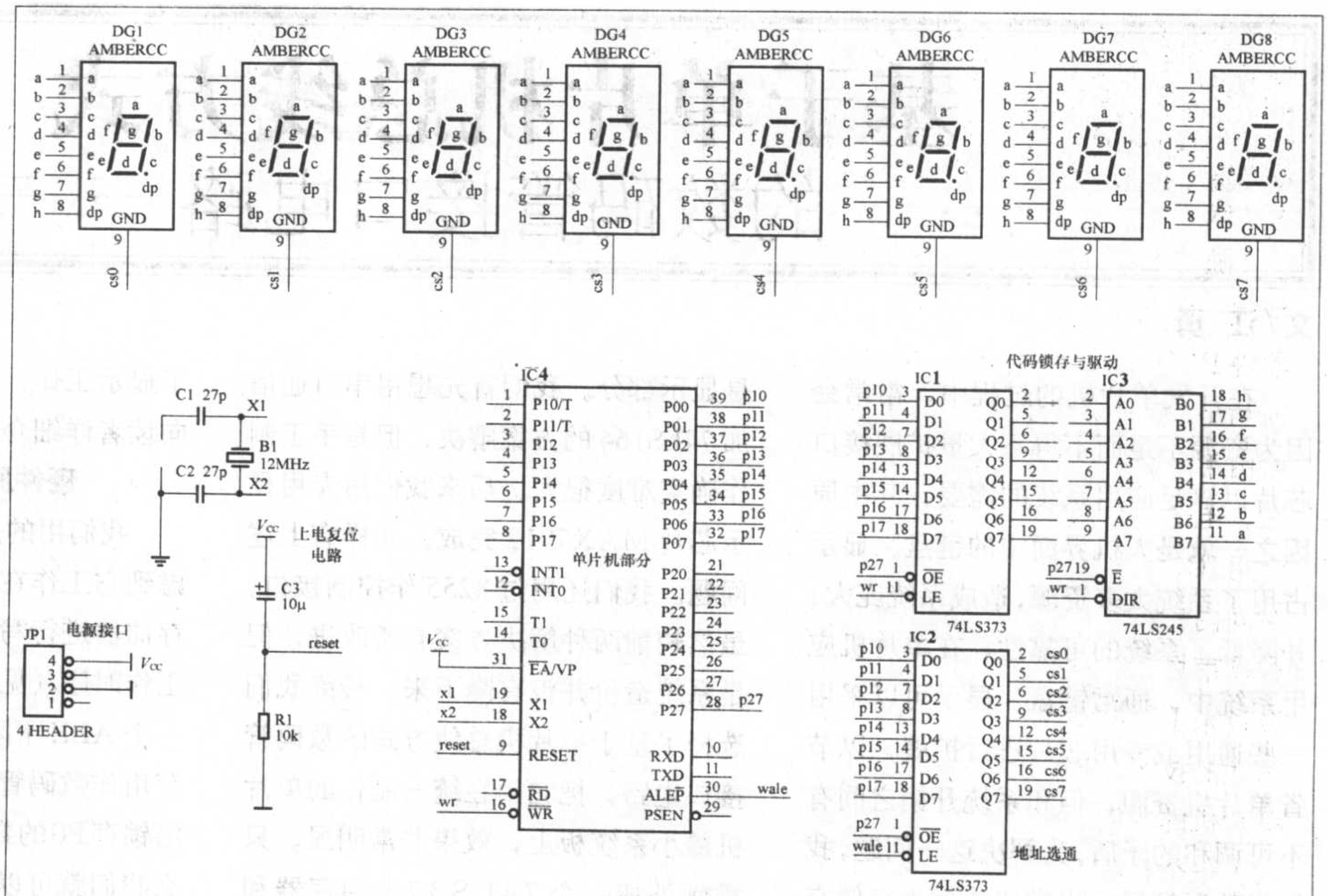


图2

单片机的P0口作为地址和数据的复用口。此时用74LS373（IC1）接单片机的P0口，用单片机的ALE信号控制锁存，锁存的数据就决定对哪个数码管进行选通。74LS373（IC1）的8个输出口分别对应8个数码管的选通位。若数码管接的是共阴极，则是高电平选通；若接的是共阳极，则低电平选通。在软件编程时相应地对这8个位赋值高低电平即可选择所需要显示的数码管。而另一片74LS373（IC2）同样接单片机的P0口（单片机P0不要上拉），用单片机的$\overline{WR}$信号对输入的数据进行锁存，用于决定如何点亮数码管，让数码管显示哪个数据的代码。同时，在74LS373（IC1）和数码管之间要接入一个74ALS245驱动芯片，因为驱动数码管显示需要的电流较大。74ALS245的作用即是提高对数码管的驱动能力。它的8个输出端分别对应数码管的8段显示。整个系统用一根地址线选通，如P2.7。8个数码管的映射在单片机中的存储单元分别为（共阴极）：07FFEH、07FFDH、07FFBH、07FF7H、07FEFH、07FDFH、07FBFH、07F7FH。完整电路图见图2，PCB正、反面的图见图3、图4。

它的编程比较简单，下面给出两个例子。

1.要使8个数码管全部点亮，只要用指令：

```
MOV A,#0FFH ；字符代码
MOV DPTR,#7F00H ；地址单元
MOVX @DPTR,A ；写入(全部显示)
```

2.要使第一个数码管显示“0”，只要用指令：

```
MOV A,#03FH    ；同上例
MOV DPTR,#7FFEH
MOVX @DPTR,A
```

可以看出，编程思路确实简单多了，即向对应的地址单元写入对应的显示代码即可。

功能扩展

根据电路的时序特点，我们经过仿真分析，在74LS373（IC1）后面加上译码器仍然能顺利工作，那么理论上就可以扩展多达256个数码管，且不增加单片机系统其他硬件资源的开销，只是占用更多个存储单元地址，这是完全可以接受的。

另外这种电路用于大规模点阵显示块也是一种非常好的选择。

如读者朋友有需要的话，可在本期配刊光盘中获取详细的设计资料，包括设计原理图、PCB图等。

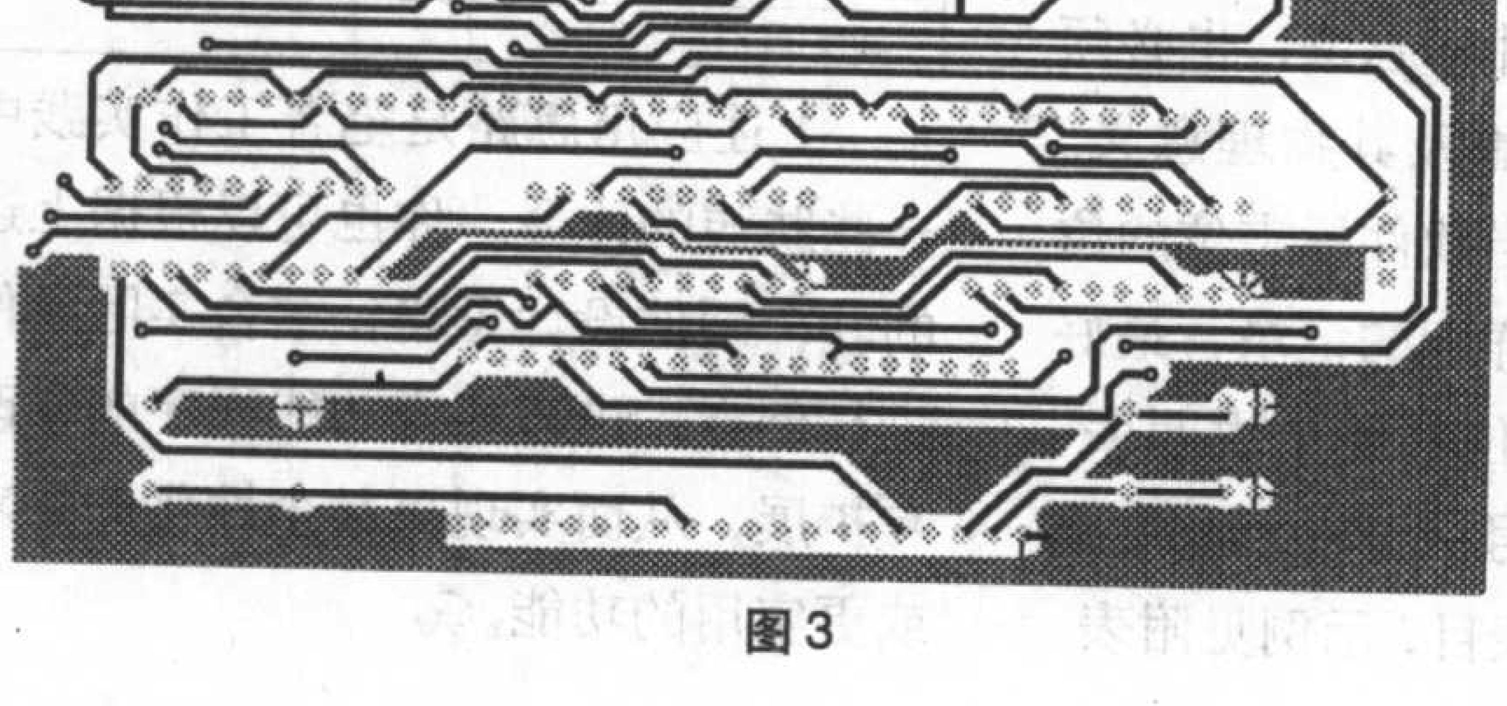


图3

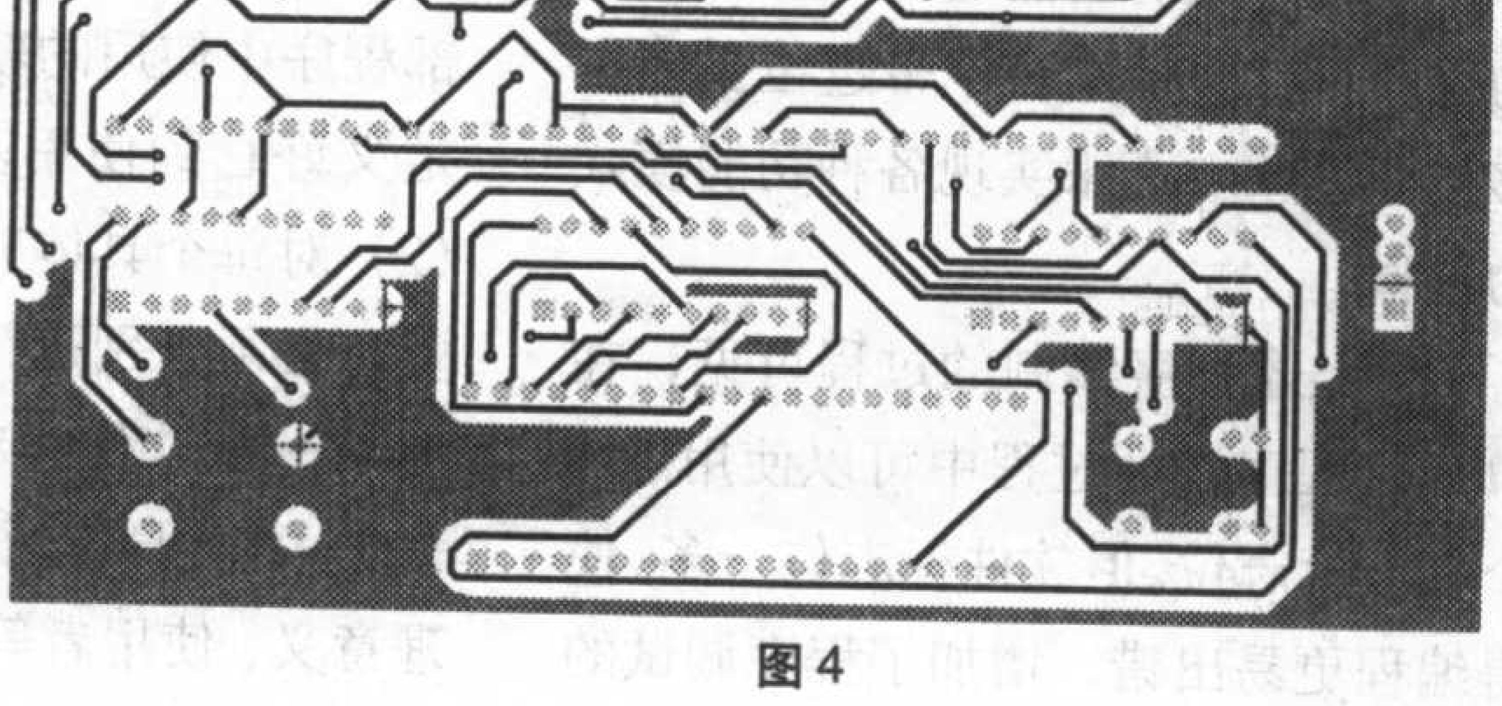


图4

浅谈可编程逻辑器件及其开发工具

文/朱 玮

随着大规模集成电路的发展，80年代一种新型集成电路：可编程逻辑器件PLD（Programmable Logic Device）迅速发展起来。PLD是一种可由用户构造的数字集成电路。利用它，电子系统设计工程师可以设计出专用IC，实现系统的集成，从而在短时间内完成产品的开发、测试，迅速占领市场。PLD的出现给电子设计领域带来了新的活力，是一项极具发展前途的技术。它的影响就如同70年代单片机的发明和使用，使整个行业进入了一个新的发展阶段。

那么PLD到底能做什么呢？可以说任何数字系统不管是复杂的CPU还是简单的2－4译码电路都可以用PLD来实现。它就像是一堆积木，经过工程师的设计可以搭建出满足不同应用需求的系统。再加上运用电子设计自动化EDA（Electronic Design Automatic）技术，可以在软件环境下仿真整个硬件系统的性能，事先测试检验设计的正确性以及功能的实现情况。即使在PCB（印制电路板）完成后，也可以通过PLD的在线动态重构特性，使系统的功能可以像软件一样通过修改程序来更新，而无须改动硬件电路。这不仅使设计修改和产品升级变得十分方便，而且极大地提高了系统的灵活性和通用性。

既然有如此多的优点，那PLD的使用会不会很复杂呢？其实，使用PLD来开发数字系统远比想象中的容易。它对初学者的门槛很低，只要有数字电路基础，会使用计算机就可以进行PLD的开发，而且PLD芯片的价格也不高，基本都在百元以下，再加上其可重复编程，总体投入并不多。

在PLD中，应用最广泛的当属复杂可编程逻辑器件CPLD和现场可编程门阵列FPGA，它们在用法上基本相同，只是在实现原理上略有区别。CPLD多采用EEPROM或Flash工艺制造，一上电就可以工作，无需其他芯片的配合。而FPGA大部分采用SRAM工艺制造，掉电后所存储的信息就会全部丢失，所以需要外加专门的配置芯片在上电的时候将数据加载到FPGA中。由于配置的时间很短，所以不会影响系统的正常工作。在实际应用中，CPLD适合用于设计译码等复杂组合逻辑，FPGA则适合需要使用大量触发器的设计，例如一个复杂的时序逻辑的设计，而如果系统要求可编程逻辑器件上电就要工作，那么还应该选择CPLD。

目前世界上有十几家生产PLD的公司，最大的三家是：ALTERA、XILINX、Lattice。它们都有提供配合自己芯片的开发工具。比如ALTERA公司就有Quartus II、MAX+plus II，XILINX有ISE，Lattice有ispLEVER。这些软件的免费试用版或演示版都可以在其公司网站上下载。通常这些免费软件已经能够满足一般设计的需要。如果要设计较大型的系统就需要购买商业版软件了。在使用范围上，XILINX在欧洲使用的人较多，在日本和亚太地区使用ALTERA的比较普遍，在美国则大体相当。我们详细介绍一下ALTERA的两款开发工具。Quartus II（见图1）是ALTERA新一代PLD开发软件，适合新器件和大规模CPLD/FPGA的开发。不过对于初学者，我们还是推荐使用MAX+plus II，它被普遍认为是一个十分优秀的PLD开发平台，比较适合开发早期中小规模的CPLD/FPGA。虽然目前MAX+plus II（见图2）已经属于ALTERA的传统开发工具，但是它操作简单，上手容易，而且用它编写的程序代码或者项目文件Quartus II也全面兼容，所以使用MAX+plus II来学习PLD的初级开发是一个很好的前期准备，并为今后过渡到Quartus II开发大型系统铺平了道路。

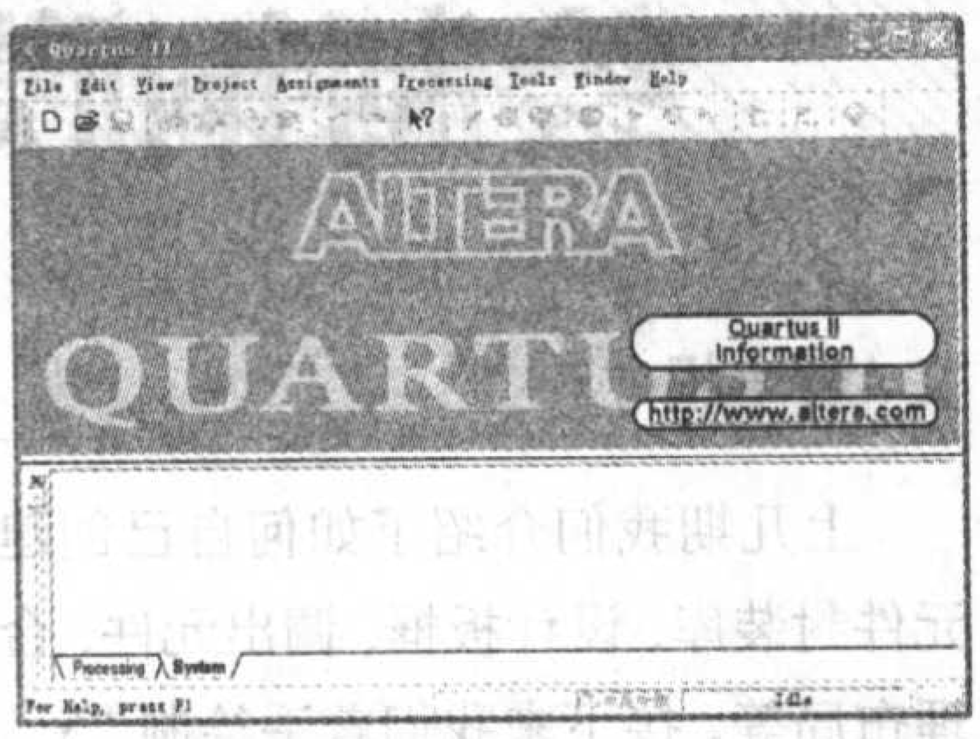


图1

图2

使用MAX+plusII软件进行PLD开发主要可以分成四个步骤(见图3)：第一步是电路输入，它包括原理图、波形图或者是文本方式的输入；第二步是编译处理，它主要是对我们的设计文件进行逻辑综合、优化和适配；第三步是功能仿真和时序仿真，这是该款软件的最大特点，我们可以通过时序分析非常直观地判断功能的实现情况；第四步是芯片编程，就是将仿真通过的程序下载到芯片中。《无线电》附加光盘将从本期开始连载视频教程《MAX+plus II使用入门》，详细讲解这四个步骤，欢迎有兴趣的读者观看并提出宝贵意见和建议。

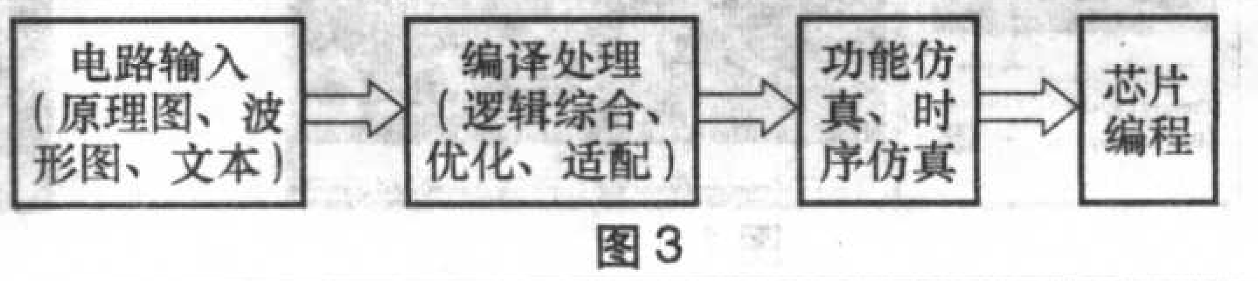


图3

绘制铜膜走线和“跳线”的使用

文/黄培根

上几期我们介绍了如何自己创建元件封装库、设计板框、调出元件、合理布局等，接下来我们着手绘制“5.5英寸小黑白电视机主板”的“稳压电源和伴音功放”铜膜走线部分，绘制其他部分方法基本一样，只是需要花更多的精力和时间而已。

为了使主板面积最小又能布置下大量的元件，采用“跳线”工艺是最佳选择。用单面板又要用“跳线”，用Protel的自动布线功能不太可能实现，不如用纯手工直接布线方便。其实，业余条件下绘制电路板，纯手工直接绘制走线并结合“跳线”工艺，既方便又容易掌握，而且可以避开与Protel的许多严格的规则约束，对初学者尤其实用。下面就介绍结合“跳线”工艺，用纯手工直接绘制铜膜走线的方法。

1. 在上期完成的元件布局窗口下，先将板层切换在底层，如图1所示。可以单击P C B 设计窗口左下角“Current Layer”栏下拉箭头，选取

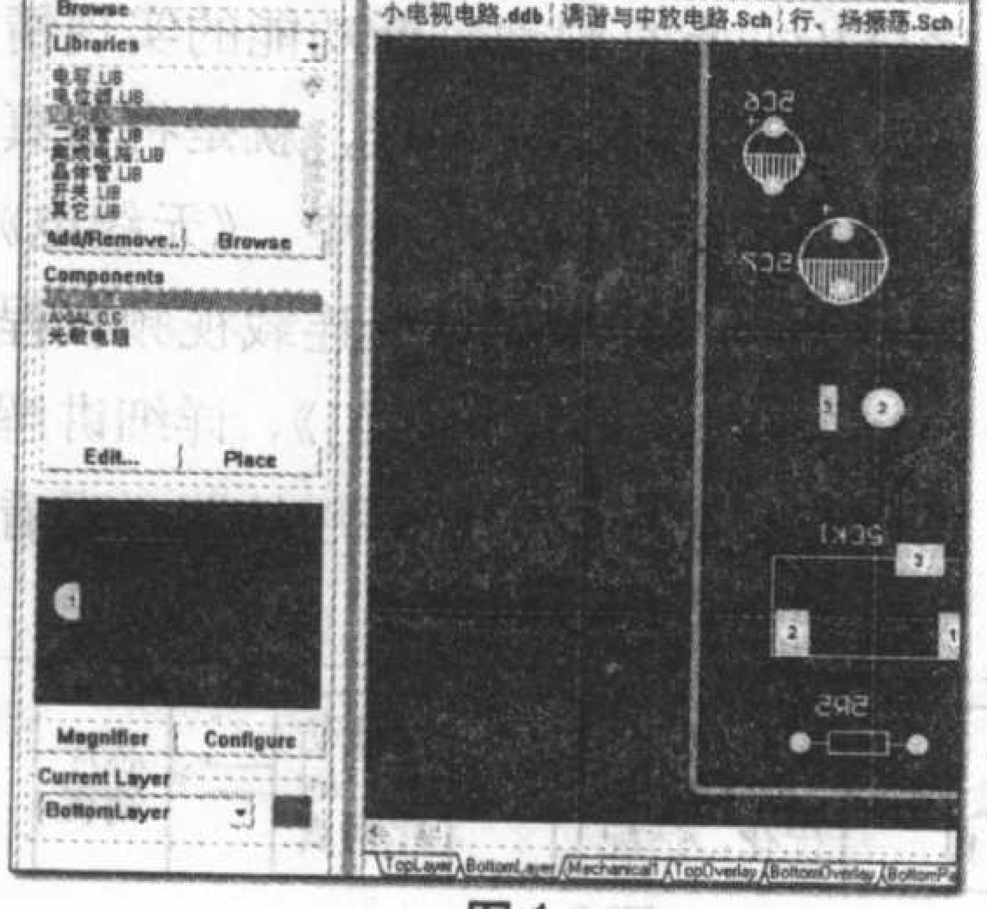


图1

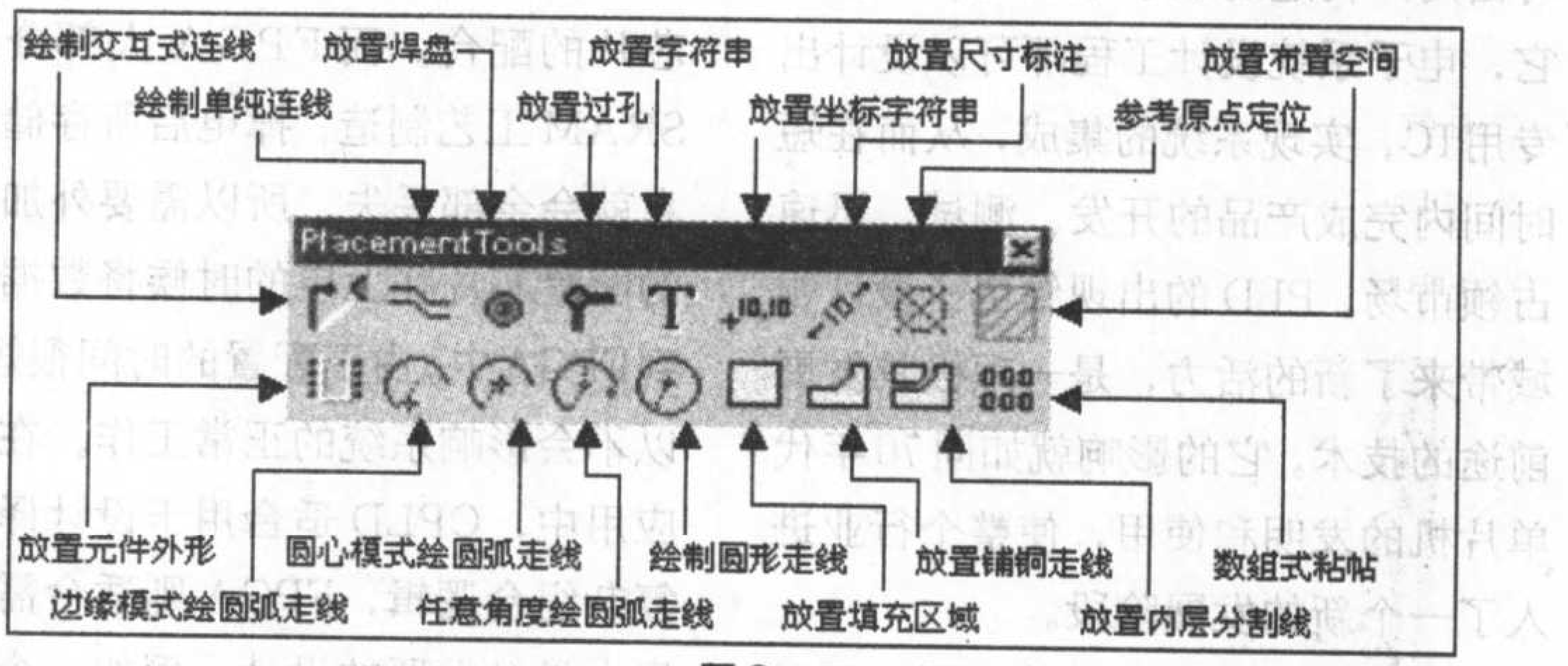


图2

“Bottom Layer”，右侧呈“蓝色方框”，或直接单击设计窗口下方“Bottom Layer”板层标签。

2. 单击菜单“View/Toolbars/Placement Tools”调出“对象放置工具栏”，如图2所示。

3. 单击“对象放置工具栏”上行第二个“绘制单纯连线”图标，鼠标箭头呈大十字状光标，将其移到电容5C6的焊盘中心出现大八角形光标（如图3所示）时，再按住鼠标左键向右拉出一段蓝色连线，如图4所示，同时按下功能键“Tab”会弹出连线直径对话框，默认连线直径为10mil，太细，

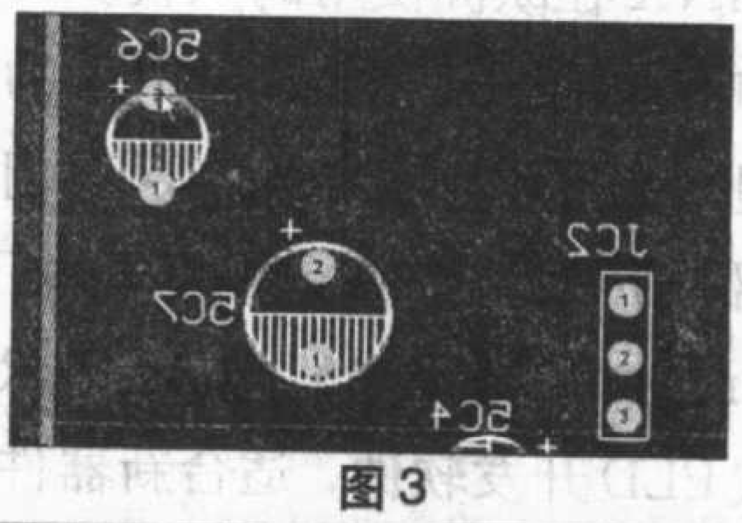


图3

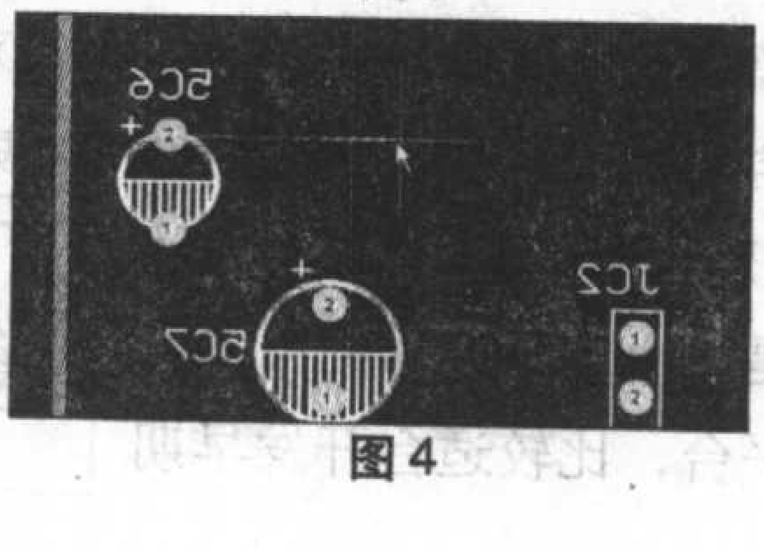


图4

此处将它改为30mil，如图5所示。按下方“OK”按钮后按住鼠标左键向右继续连线，中途如需拐弯时点击一下鼠标左键即可转向继续连线，如图6所示。多次拐弯后一直到达另一个焊盘，图中为集成电路5 IC1的第7脚中心时，会再次出现大八角形光标，如图7所示。出现大八角形光标表示这是一个有电气连接关系的热点，先按一下鼠标左键，再按一下鼠标右键，即可结束这次连线。移开带大十字光标的鼠标，可继续其他焊盘间连线，再次右击鼠标可结束连线操作。

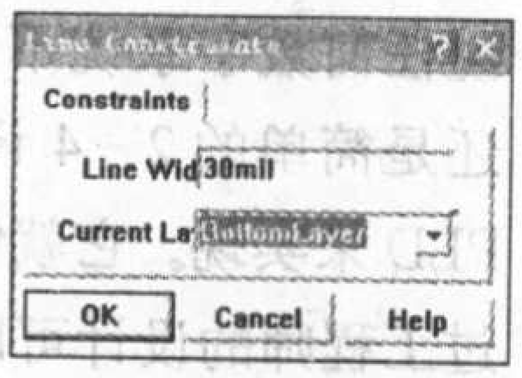


图5

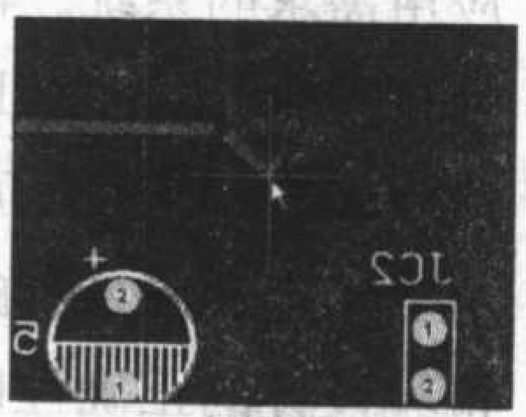


图6

4. 在连线时，有时穿越空间较小，线径30mil太粗，可按下功能键“Tab”将弹出对

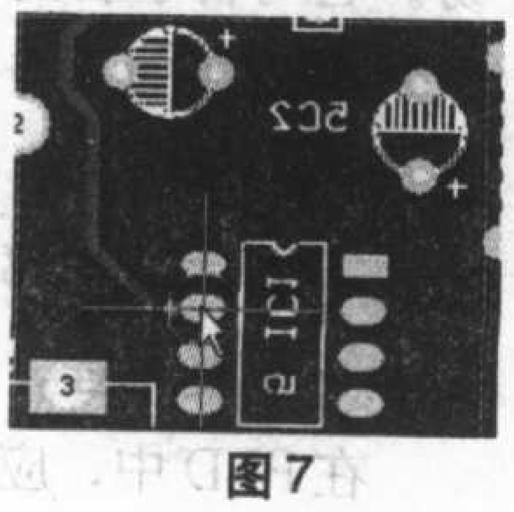


图7

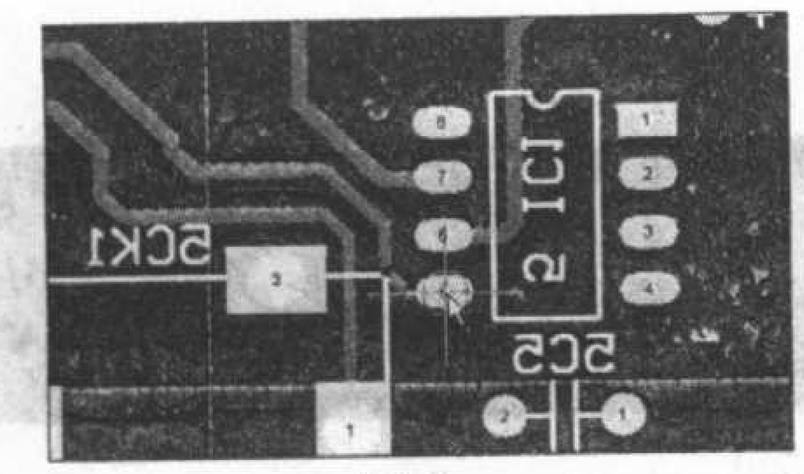


图8

话框连线直径改为20mil继续连线，如图8中到集成电路5 IC1的第5脚这一段所示。

5. 元件的外形、序号等黄色标注没有电气联接关系且又在顶层，所以绘制底层蓝色走线时可以从中穿越，如图9中电容5C2和“跳线”J5所示。

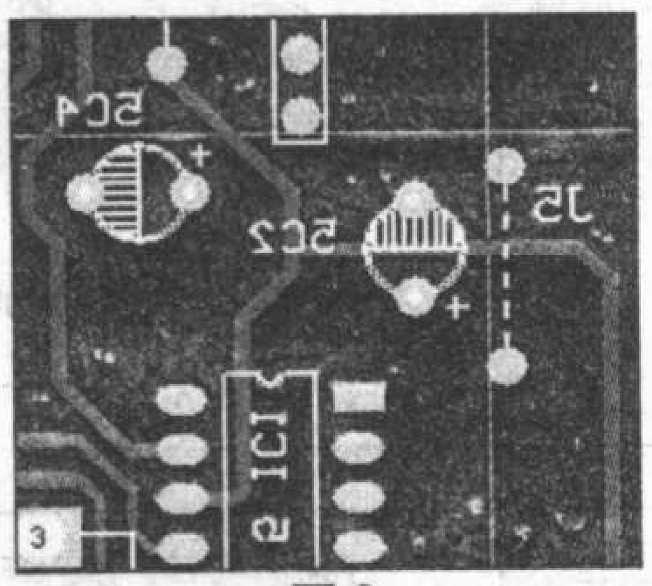


图9

6. 一般绘制走线时公共地线用较粗的线径，我们这里选用50mil线径，如图10中左上角电容5C6负端到电阻5R5再到“跳线”J5这一段所示。

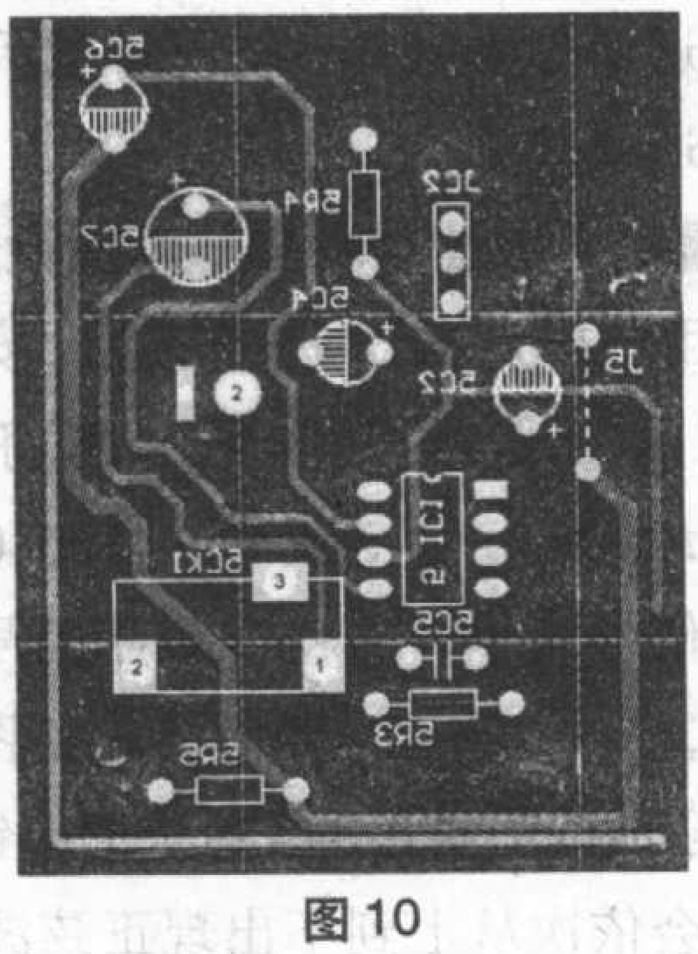


图10

7. 有时放置一根“跳线”，连线时可以少绕许多弯路。所谓“跳线”，其实就是在底层放置两个焊盘，在顶层通过裸线将两个焊盘连通，“跳线”不仅可以节省主板面积，更重要的是使复杂电路用单面板布线得以实现，如果没有“跳线”，彩电主板的设计是很难想象的。如图11所示，由于有“跳线”J5，使接插件JC2的中间脚能很

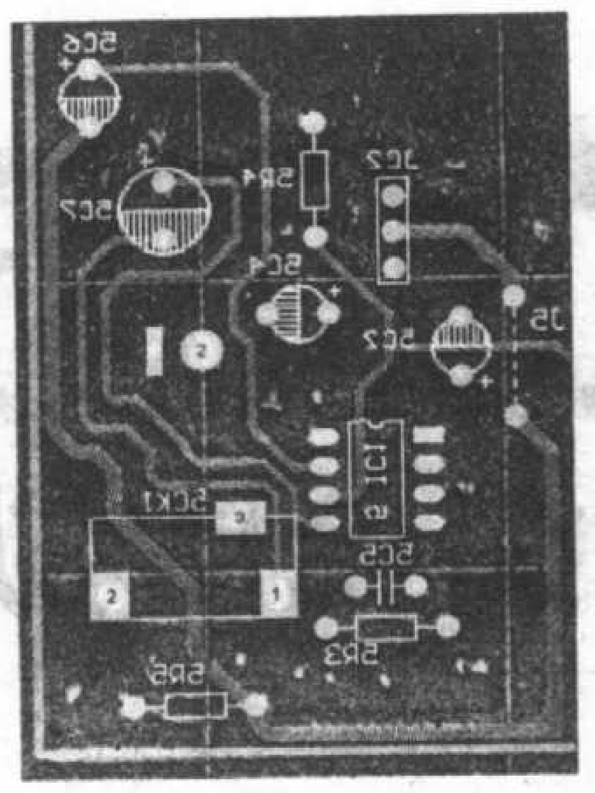


图11

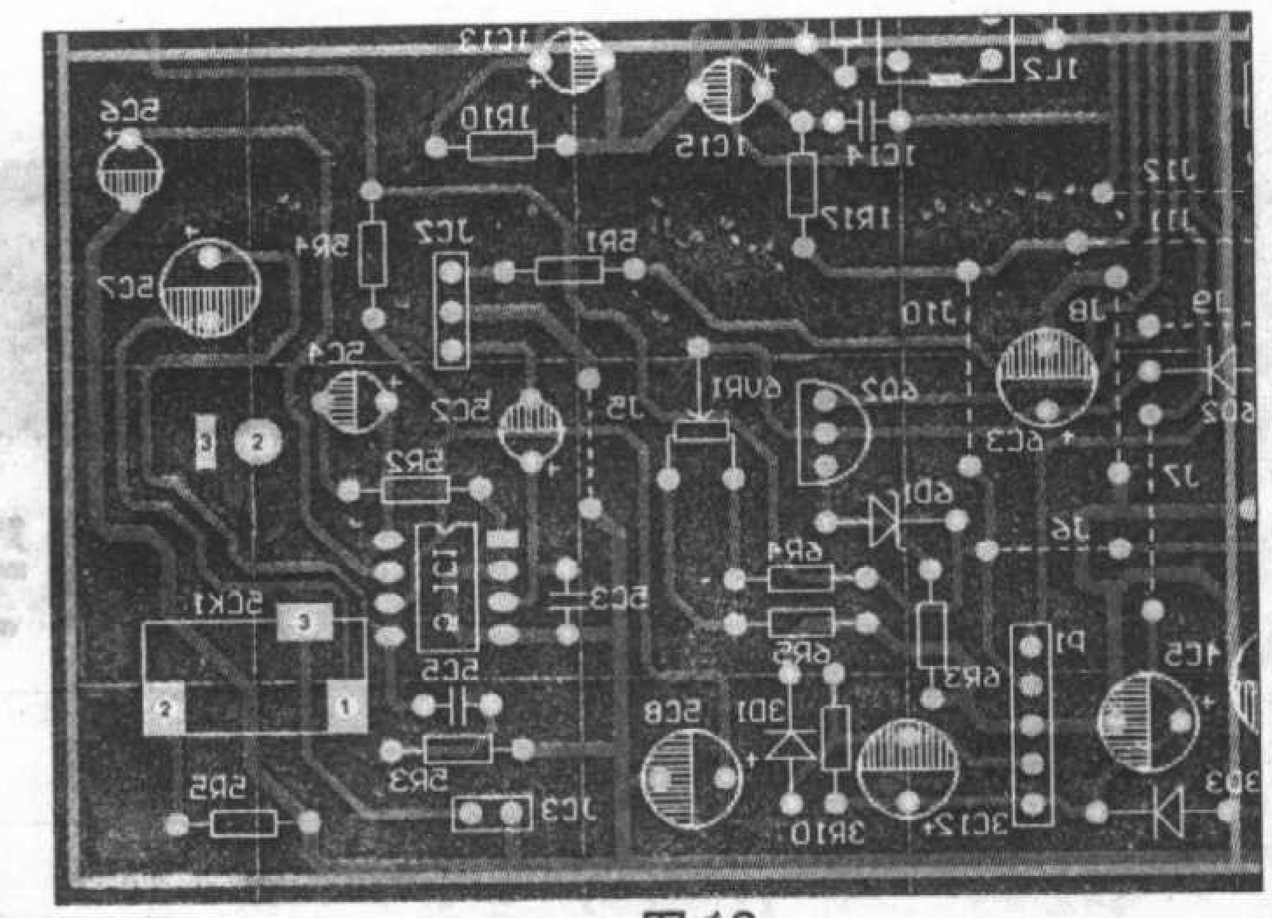


图13

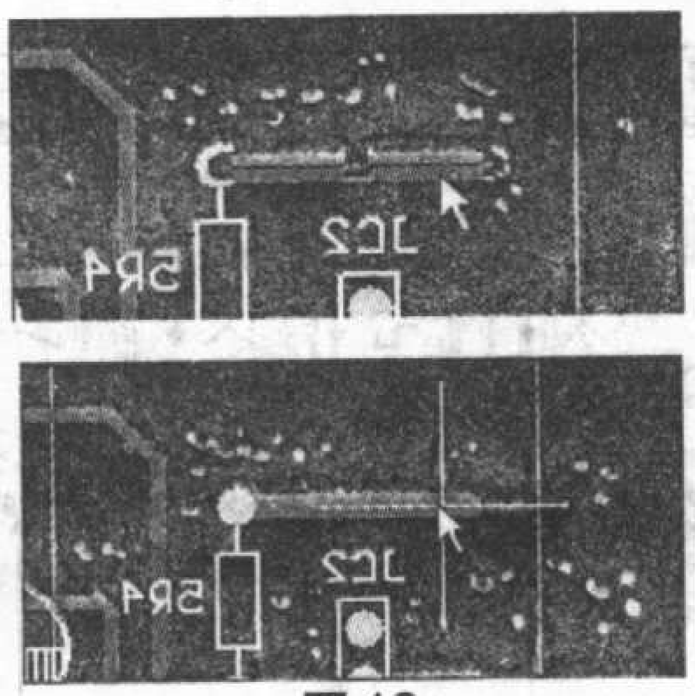


图12

方便地就近接地。

8. 若连线有错需要删除重连，只要用鼠标左键单击该段导线，使它处于选中状态，然后按键盘上的“Delete”键即可删除，或单击菜单“Edit/Delete”调出大十字光标直接点击该段

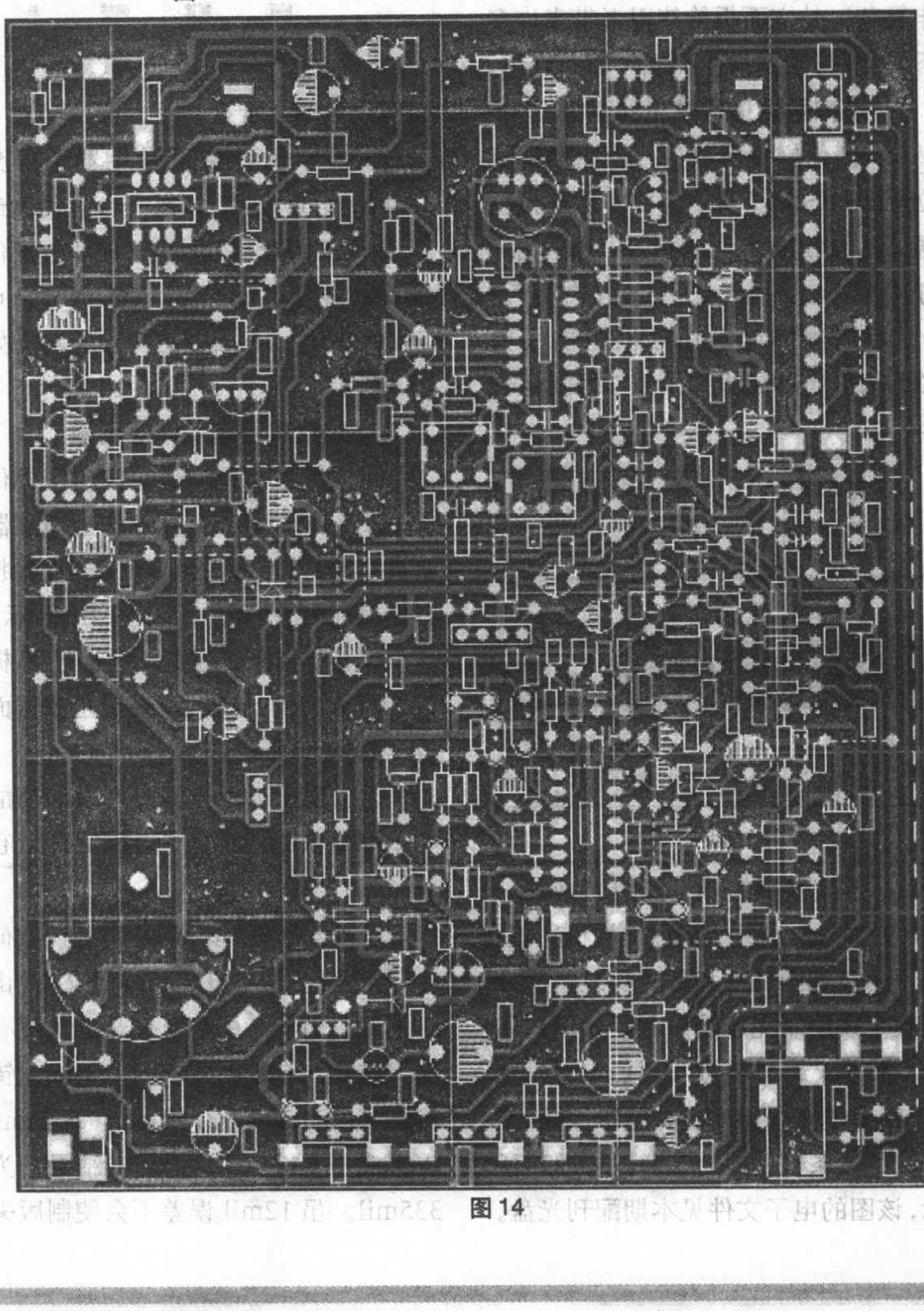


图14

学用 multiSIM 7 中的安捷伦虚拟仪器

文/朱维婷

本期笔者将介绍电子仿真软件multiSIM 7中两台安捷伦虚拟仪器——安捷伦函数信号发生器(Agilent Function Generator)和安捷伦示波器(Agilent Oscilloscope)的使用方法。由于这两台安捷伦仪器在一般实验室中不是都有配置，加上它们功能强大、操作复杂、外文面板给使用者带来许多不便，现将主要操作要领作简单介绍。

虚拟函数信号发生器面板

安捷伦虚拟函数信号发生器图标位于multiSIM 7基本界面右侧虚拟仪器工具条第15个，见图1左，点击图标将其置于电子平台上，如图1右所示。

双击虚拟函数信号发生器图标“XFG1”，将弹出虚拟函数信号发生器面板，如图2所示。

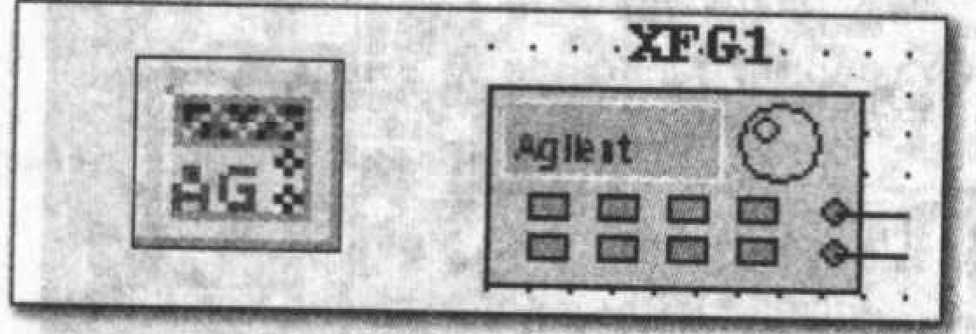


图1

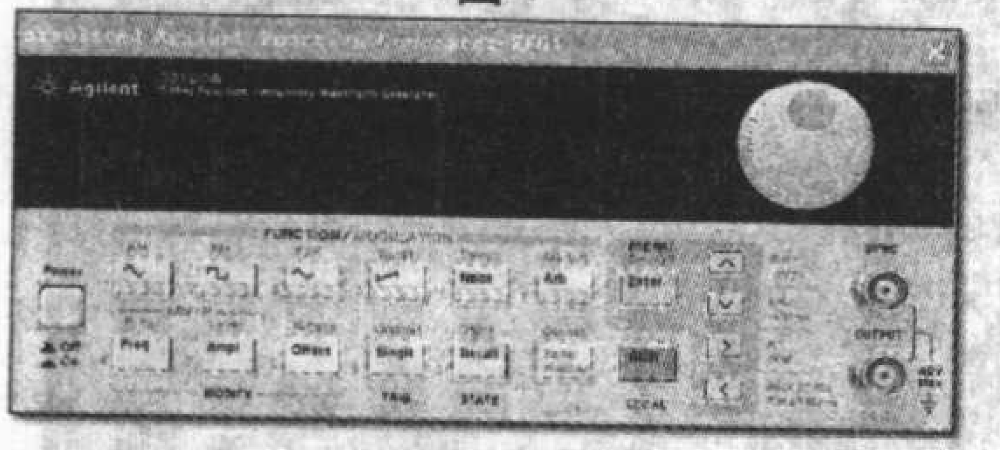


图2

该虚拟函数信号发生器型号为“Agilent 33120A”，是一台能输出最高频率15MHz函数信号/任意波形信号发生器(Arbitrary Waveform Generator)。其面板主要按钮功能如图3所示。

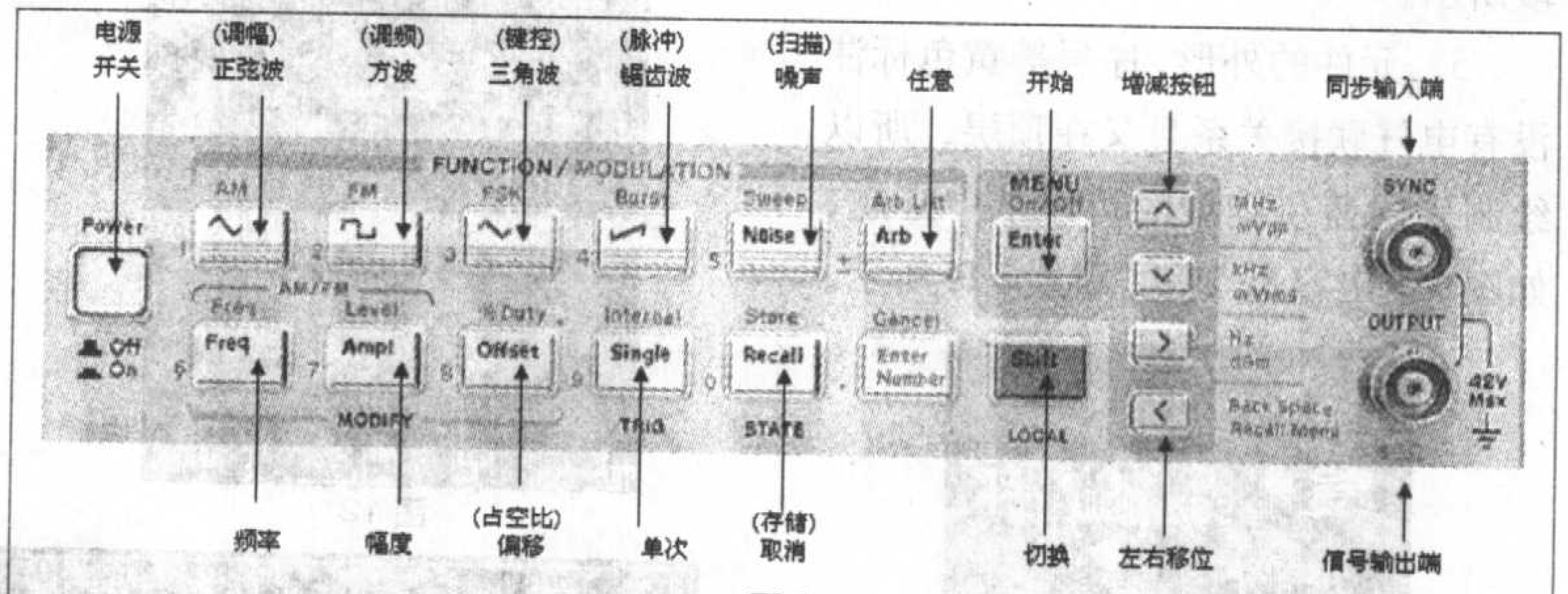


图3

虚拟双通道示波器面板

安捷伦虚拟双通道示波器图标位于multiSIM 7基本界面右侧虚拟仪器工具条第17个，见图4左，点击图标将其拖曳到电子平台上，如图4右所示。

双击虚拟双通道示波器图标“XSC1”，将弹出虚拟双通道示波器面板，如图5所示。

虚拟双通道示波器是一台多功能电子测量仪器，其型号为54622D，它的带宽高达100MHz，除具有显示各种波形功能外，面板右下角还带16个逻辑通道信号接口，能同时显示16个逻辑通道波形。

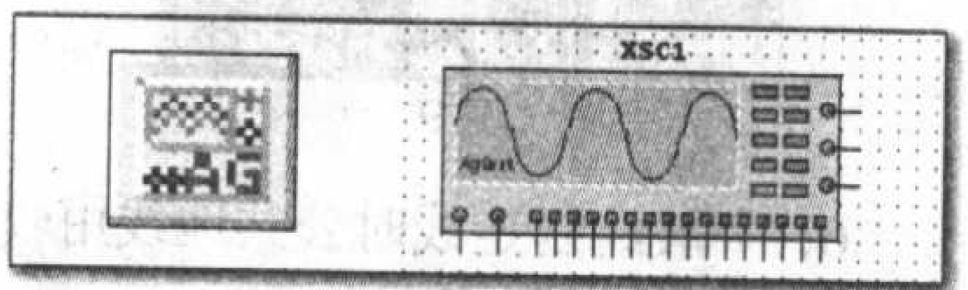


图4

虚拟函数信号发生器面板设置

用鼠标点击“开关”按钮，安捷伦虚拟函数信号发生器屏幕将显示“100.0mVpp～”，其中，“100.0mV”表示信号大小，“Vpp”表示信号峰－峰值，“～”为正弦波标志，如图6所示。分别按下常用的4种波形按钮，右上角会依次从上到下出现正弦波、方波、三角波和锯齿波标志。

导线，也可将其删除，如图12所示。

9.“5.5英寸小黑白电视机主板”左下角“稳压电源和伴音功放”部分铜膜走线绘制完成的参考图如图13所示，整个“5.5英寸小黑白电视机主板”铜膜走线绘制完成并删除分隔4个区域的两条辅助线后参考图如图14所示，该图的电子文件见本期配刊光盘。

更 正

本刊今年第1期第32页的《如何使用元器件封装制作向导》一文中，由于笔者引用参考书籍有错，加上没有仔细核算，将100mil等于2.54mm，错写成了100mil等于2.45mm，将8.5mm折算成了347mil，正确的结果应为335mil。虽12mil误差不会使制版失败，但这是一个错误，必须纠正。再经核查，同样的差错也出现在第3期和第4期“跟我学做印制电路板”系列文章中的折算处，这会给读者阅读时造成困惑和不便，特此向读者致歉。重新折算了正确结果的文章笔者已放到http://www.ttlcmos.com网站上，请读者参考。

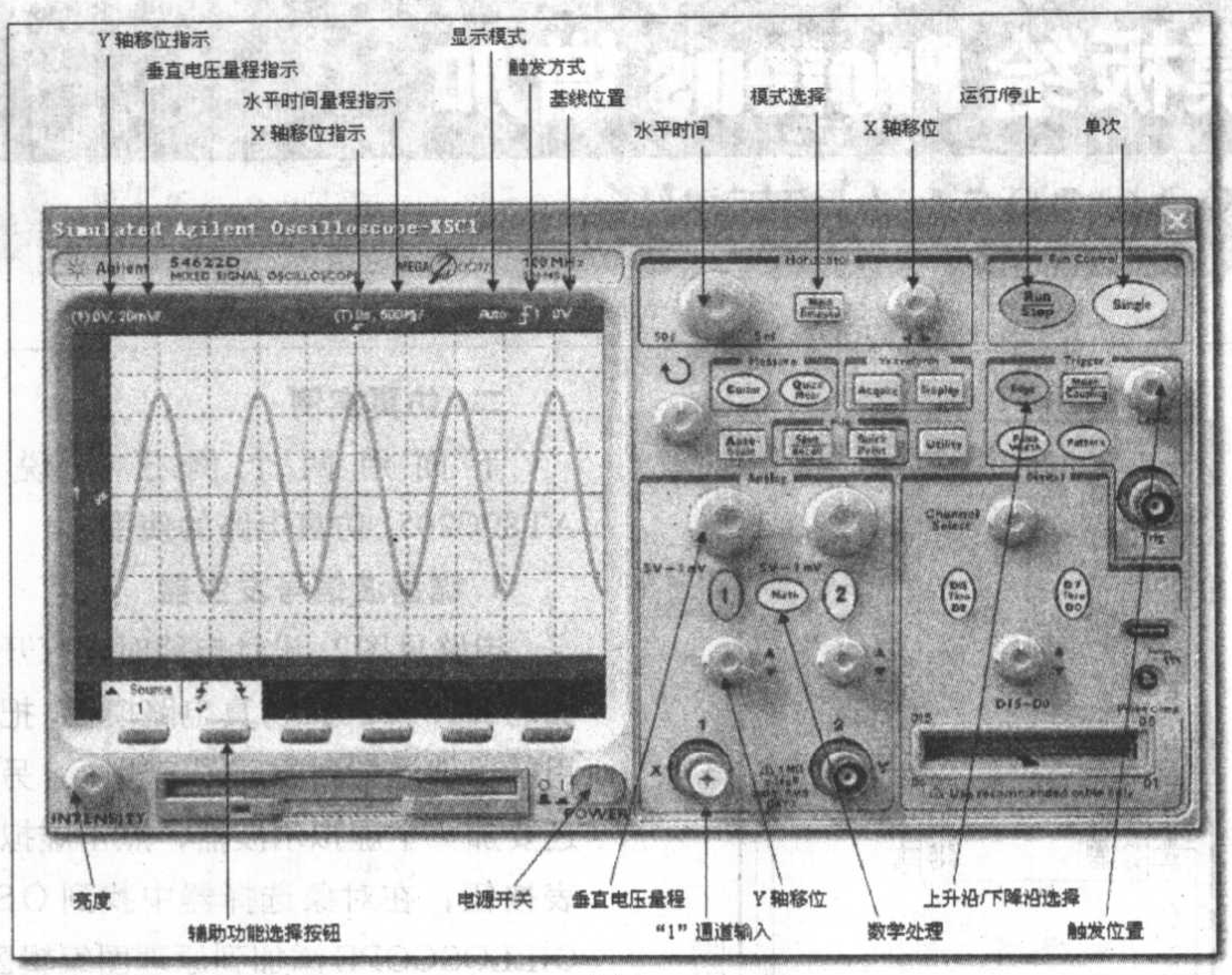


图 5

图 6

屏幕上跳动的数字位可以修改，粗调可用鼠标左键按住右边大旋钮，顺时针转增大，逆时针转减少，如图6所示；细调可点击“增减按钮”；点击“左右移位”按钮可选择要调整的数字位。

按下“频率”按钮，屏幕显示默认值1kHz，如需修改设置信号频率，方法同上。

信号输出端位于面板右下角，见图6或图3。

虚拟双通道示波器使用举例

在multiSIM7工作平台上分别调出安捷伦虚拟函数信号发生器和安捷伦虚拟双通道示波器，并按图7连好线路。

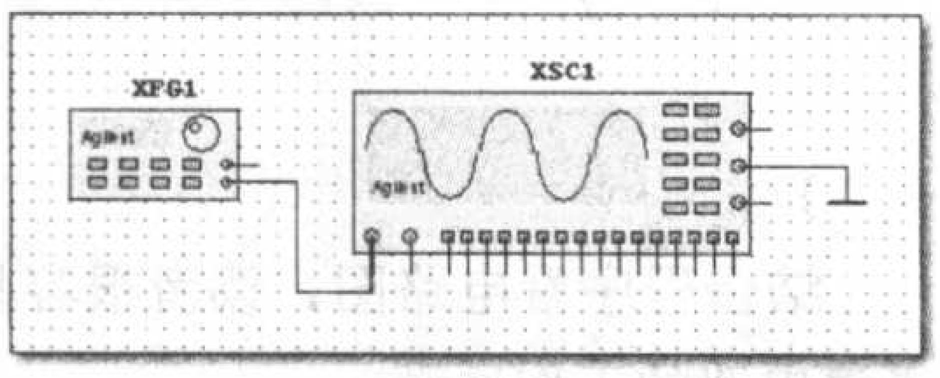


图 7

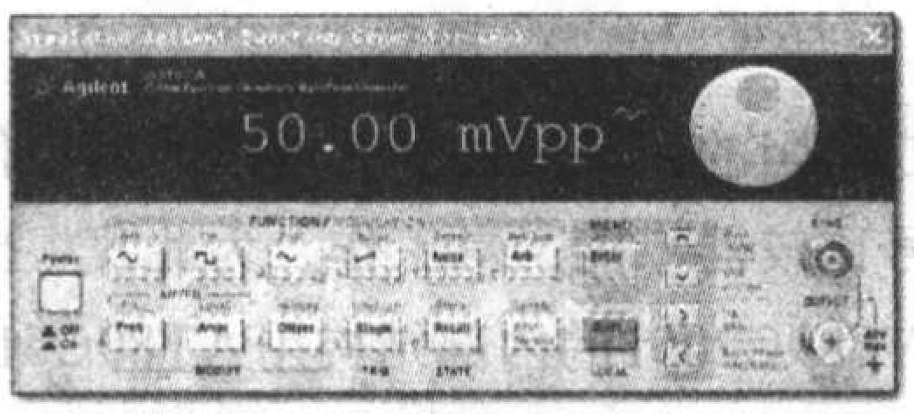


图 8

双击信号发生器图标“XFG1”，将信号调成2kHz/50mVpp正弦波输出，可配合键盘上的数字键和面板上相关按钮调整，如图8所示。

运行multiSIM7基本界面上的“仿真开关”，双击示波器图标“XSC1”，按下示波器面板的“电源开关”按钮，如图9所示。

将鼠标移至“垂直电压量程”旋钮上，鼠标呈手指状，按键盘上的“↑”键，屏幕左上角“垂直电压量程指示”随之减少，屏幕波形幅度逐渐增大，如图10所示。

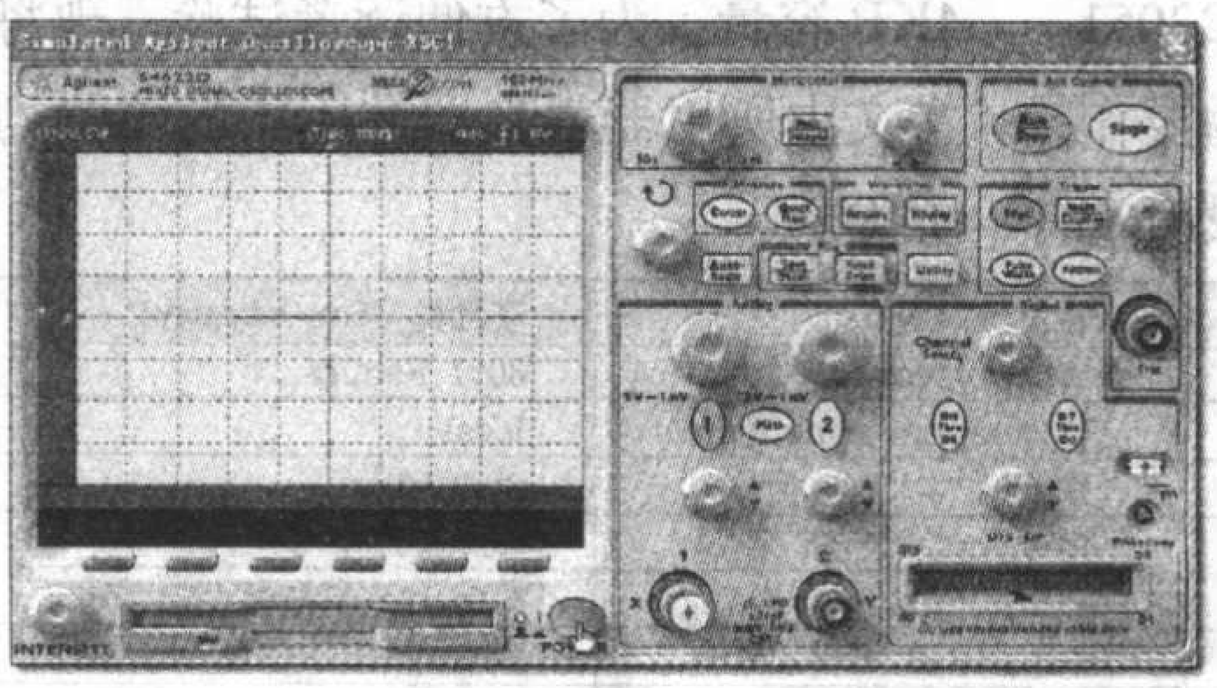


图 9

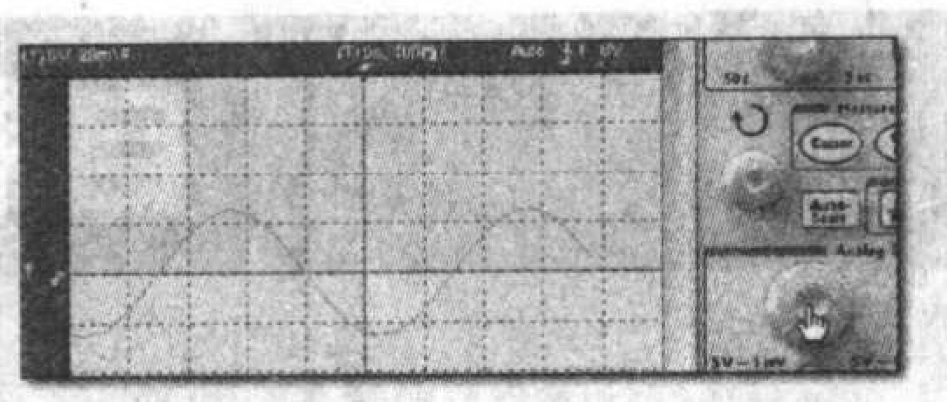


图 10

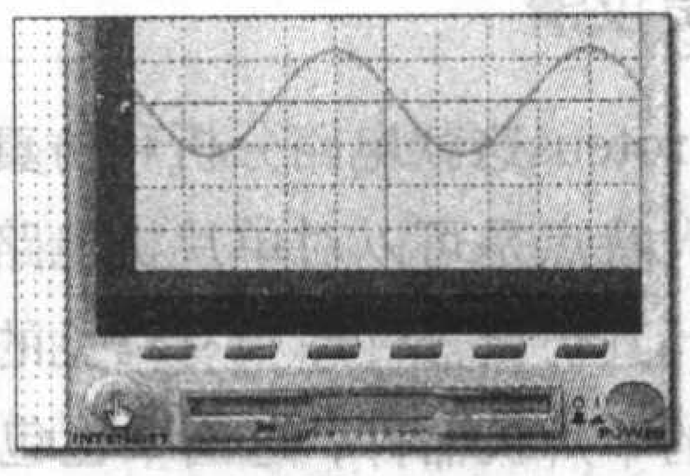


图 11

将鼠标移至“亮度”旋钮上，鼠标呈手指状，按键盘上的“↓”键，屏幕上波形亮度逐渐增大，如图11所示。

将鼠标移至“水平时间”旋钮上，鼠标呈手指状，按键盘上的“↓”键或“↑”键，可改变屏幕上波形宽度，如图12所示。

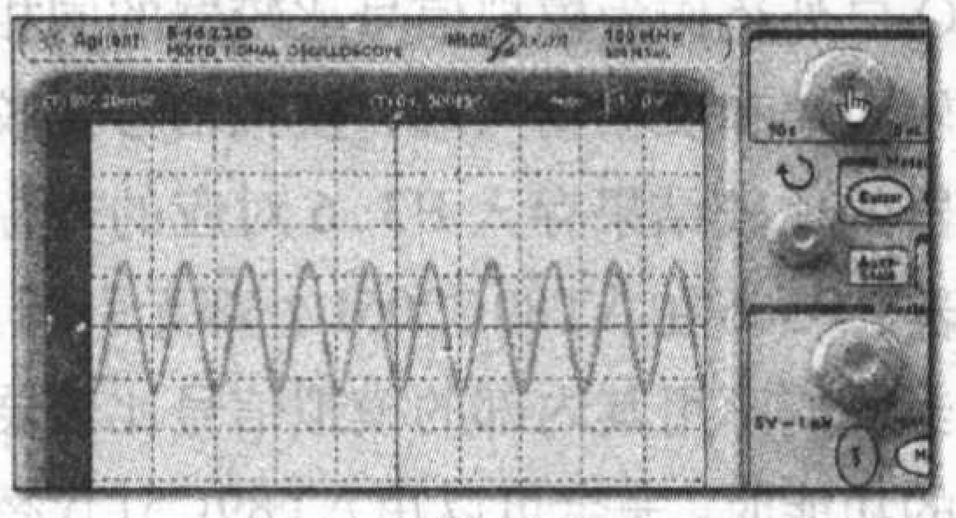


图 12

适当移动调整波形上下位置，如图13所示，从图中可以读出正弦波峰顶到峰谷约占屏幕垂直方向2.5虚线格，每格20mV，可算得正弦波峰－峰值50mV，与安捷伦虚拟函数信号发生器设置相吻合；从图中还可以读出正弦波一个周期占屏幕水平方向5虚线格，每格100μs，可算得频率为2kHz，与安捷伦虚拟函数信号发生器设置相吻合。

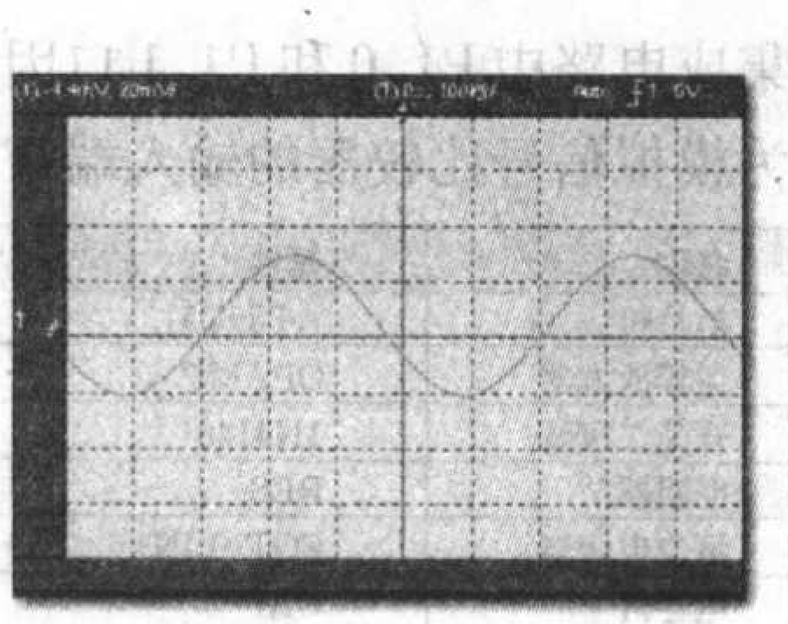


图 13

自制模板给 Proteus 增加
AT89C2051 仿真功能

文 / 吴汉清

Proteus这款电路分析和仿真软件的最大特点是可以对单片机电路进行仿真，其仿真器件库中有常见的各种系列的单片机器件，这当中也包括51系列的单片机，但是在51系列的单片机中没有AT89C2051，而AT89C2051又是应用比较广泛的一种单片机，因此如何对AT89C2051电路进行仿真成为大家比较感兴趣的内容。众所周知，AT89C2051是AT89C51的简化版本，但是AT89C2051内部增加了一个模拟信号比较器， P1.0和P1.1除了作I/O口外还作为模拟信号比较器的同相输入端和反相输入端，模拟信号比较器的比较结果存入P3.6对应的寄存器，P3.6在AT89C2051外部无引脚。当我们不用其内部的模拟信号比较器的功能时，完全可以用AT89C51代替它进行仿真，只是不要使用P0、P2等接口。本文主要介绍在使用AT89C2051内部的模拟信号比较器时如何对其进行仿真。

一、AT89C2051仿真电路

自己设计一个用于仿真的器件很困难，要涉及到好多编程的问题。也有爱好者设计了AT89C2051的仿真器件，笔者在国外网站就找到了一个AT89C2051的库文件，但在使用中发现两个问题：一是P1.0和P1.1口在内部接了上拉电阻，而在AT89C2051集成电路中P1.0和P1.1口因为要作为模拟信号比较器的输入端是没有上拉电阻的；二是仿真时内部的模拟信号比较器不能正常工作。为此我根据AT89C2051的内部结构用AT89C51、运算放大器和开关二极管设计了一个AT89C2051仿真电路模板，电路见图1。可以把它作为AT89C2051器件使用。图中以AT89C51为基础，用一个运算放大器代替了AT89C2051内部的模拟信号比较器，运算放大器的输出端接P3.6口，对P3.6口输入状态进行判断就能知道P1.0和P1.1两个输入端的电压大小。由于AT89C51的P1.0和P1.1口在内部有上拉电阻，因此这里接两只开关二极管使其上拉电阻不起作用。使用时要注意AT89C2051的Flash存储器是2KB容量，而AT89C51的Flash存储器是4KB容量。为了方便读者试验，现将本文中所用器件在器件库中的位置列于下表。

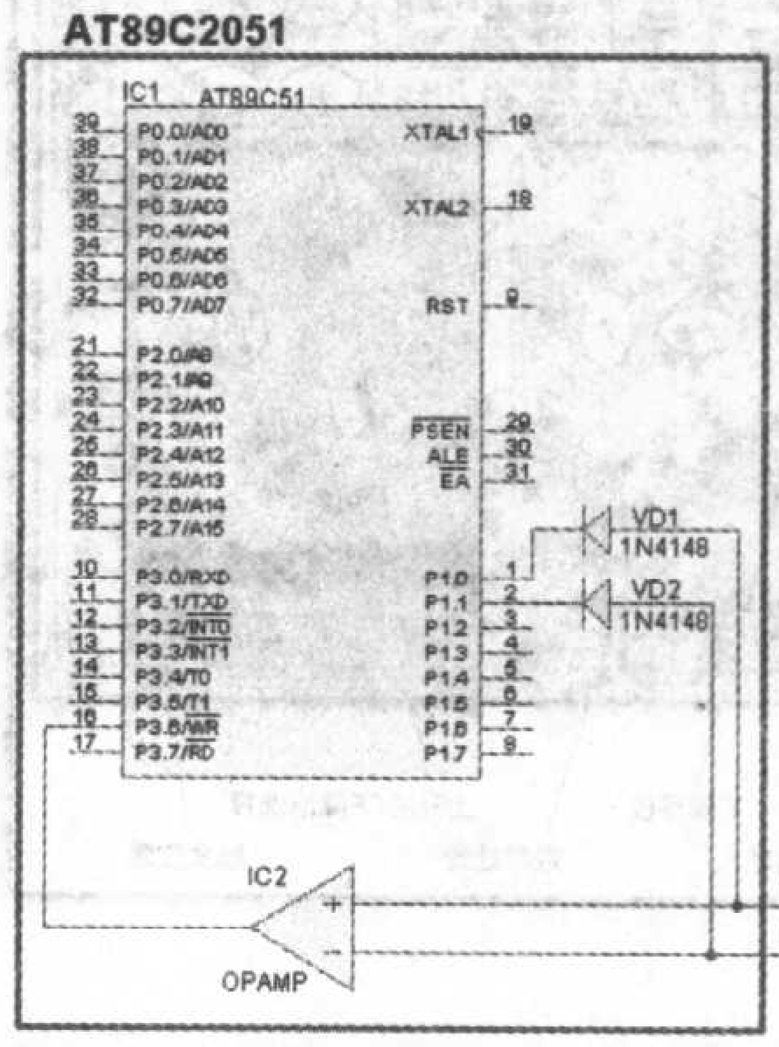


图 1

名称	器件	种类（Category）	子种类（Sub-category）
单片机	AT89C51	Microprocessor ICs	8051 Family
运算放大器	OPAMP	Opoerationl Amplifiers	Ideal
开关二极管	1N4148	Diodes	Switching
电阻器	RES	Resistors	Generic
可变电阻器	POT-LIN	Resistors	Variable
电容器	CAP	Capacitors	Generic
共阴数码管	74EG-MPX2-CC	Optoelectronics	7-Segment Displays

二、仿真实例

下面用两个例子来说明AT89C2051仿真电路的使用。

1. 锯齿波信号发生器

电路见图2。设计电路时先打开前面的AT89C2051仿真电路模板，把所用的器件添加到原理图编辑区。另外还要加一个虚拟示波器，点击虚拟仪表按钮，在对象选择器中找到OS-CILLOSCOPE添加到原理图编辑区。对各个对象的属性进行设置，方法是：右击选中一个对象，再点击就可在属性对话框中进行设置了，连线后取一个文件名另存。

对应的C51源程序如下：

```
#include <reg51.h>
sbit P1_0=P1^0;
sbit P1_2=P1^2;
sbit P3_6=P3^6;
void main()
{
   while(1)
   {
      if(P3_6==1)
      {
         P1_0=0;
         P1_2=0;
      }
      else
      {
         P1_0=1;
         P1_2=1;
      }
   }
}
```

结合程序看电路图，读者很容易弄清电路的工作原理。

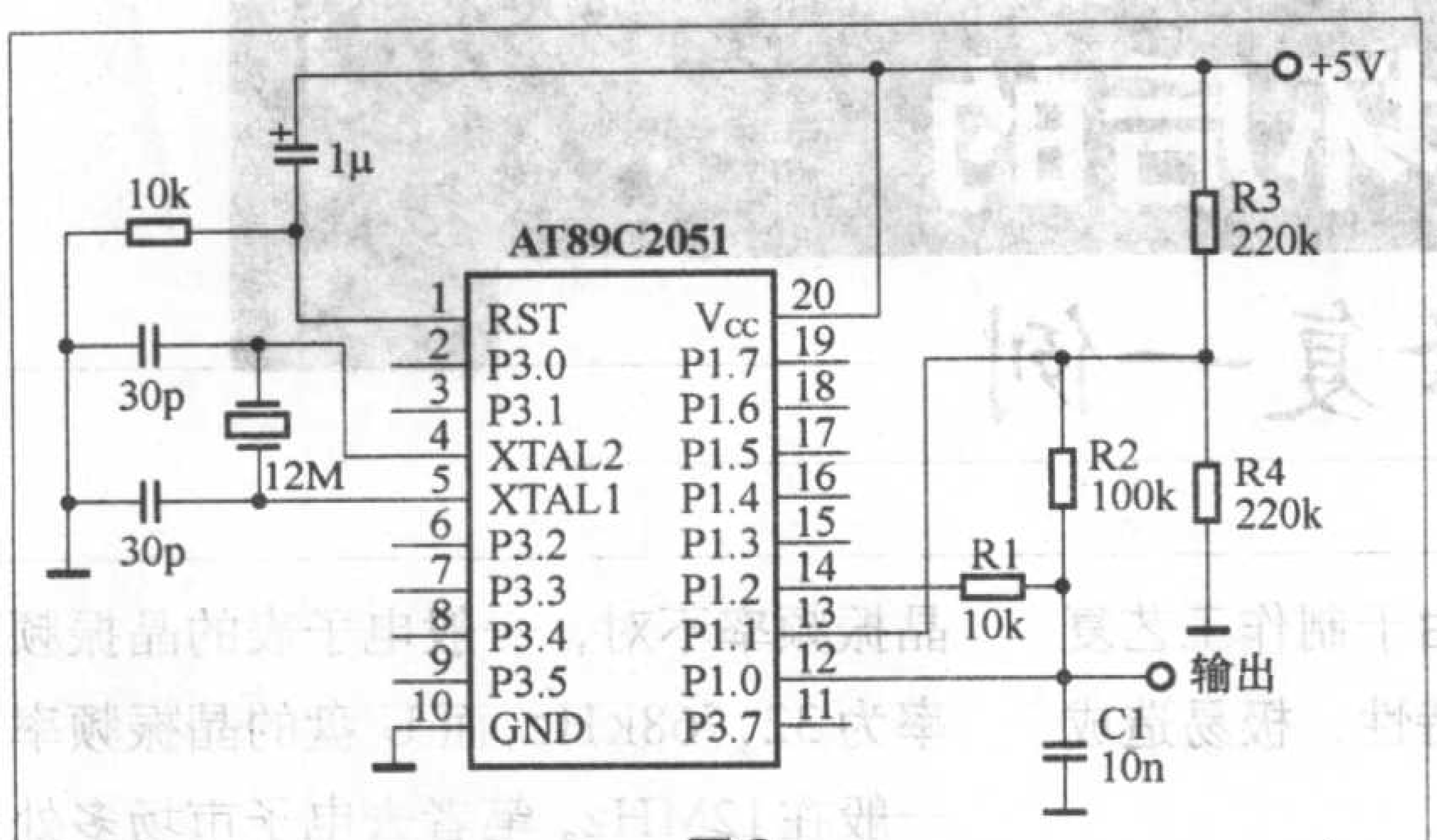


图2

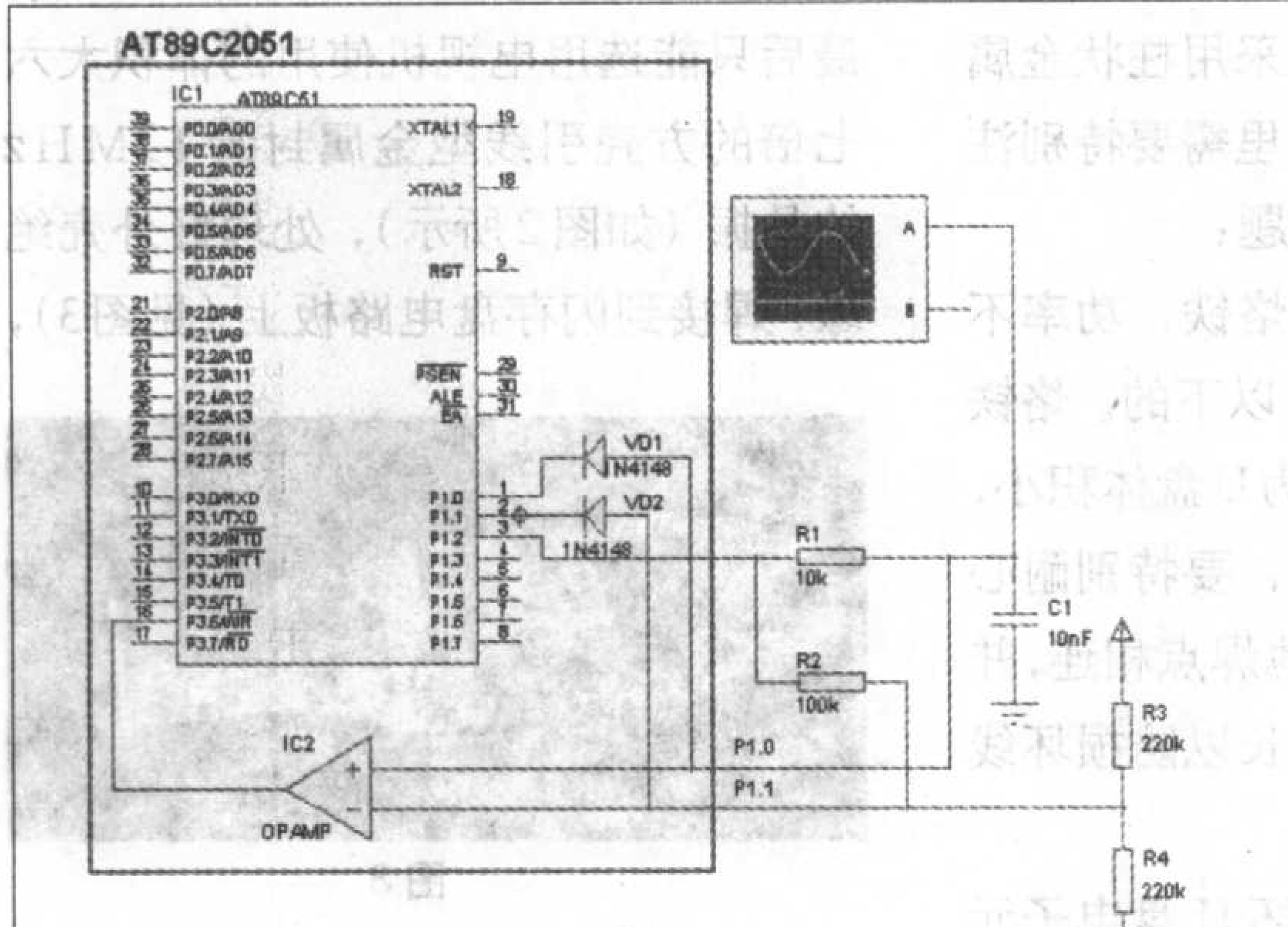


图3

图3是Proteus的仿真电路图，在仿真电路图中复位电路和晶振电路可以省略，可以在AT89C51的属性中设置晶振频率。为了进行仿真，必须在AT89C51的属性中加载程序的HEX文件，右击选中AT89C51，再用左键单击AT89C51，在出现的属性对话框里点击Program File后的打开按钮，找到由C51源程序编译好的HEX文件，然后点击OK按钮。点击调试按钮中的运行按钮就可以进行仿真了，仿真输出的波形见图4。

如果在程序中去掉P1_0=0和P1_0=1两句，则输出的波形为三角波。

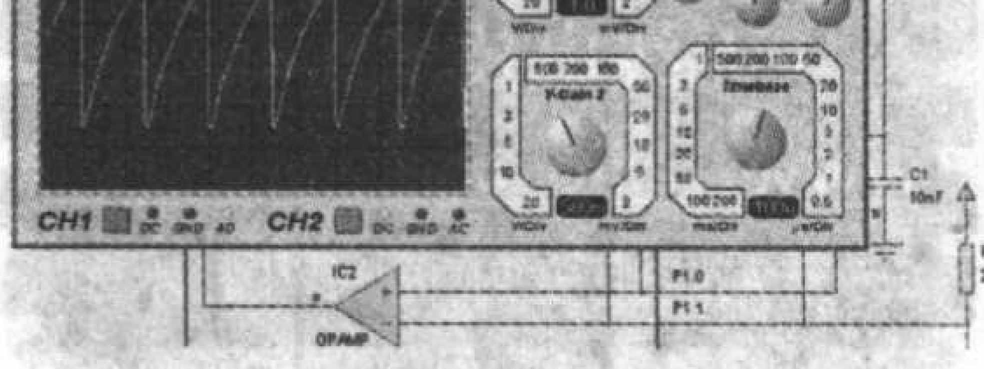


图4

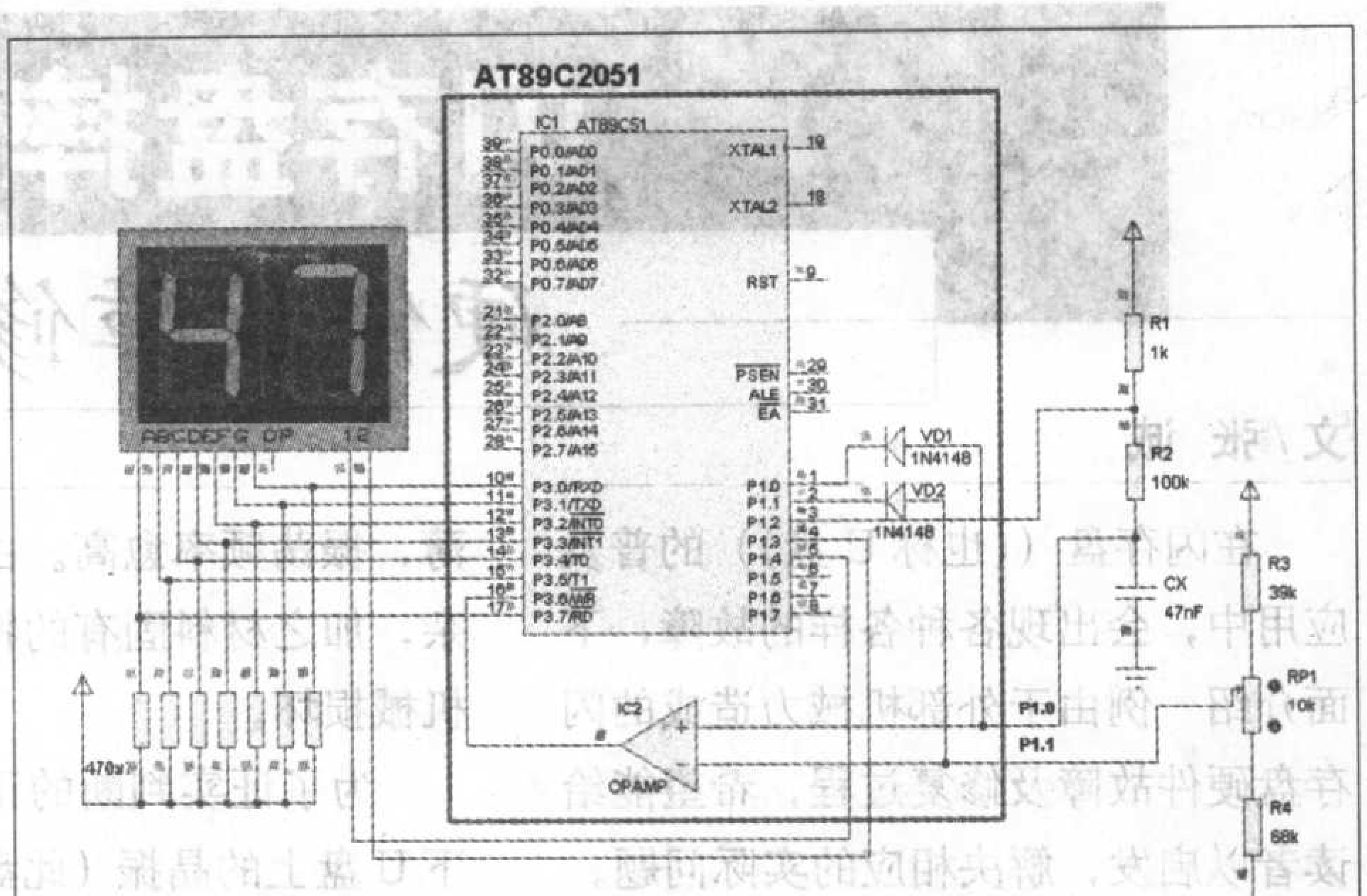


图5

2. 数字电容测试仪

数字电容测试仪以电容器的充电规律作为测量依据，仿真电路运行后的效果见图5。由E+经电阻R1、R2给被测电容CX充电，CX两端的电压随充电时间的增加而上升。当充电时间t等于$(R1+R2)\cdot C$时间常数τ时，CX两端电压约为电源电压的63.2%。数字电容测试仪就是以该电压作为测试基准电压，测量电容器充电达到该电压的时间，便能知道电容器的容量。

本文中使用的仿真电路DSN文件和程序HEX文件见本期配刊光盘，笔者使用的是Proteus 6.7 SP3的版本，只有用不低于这个版本的Proteus软件才能打开该DSN文件。关于Proteus详细使用说明请读者参阅本刊以前的有关文章。

《无线电》2001–2005年合订本光盘 即将出版

编辑部

2002年本刊出版了《无线电》1955–2000年合订本光盘，受到广大读者喜爱，许多读者来信来电希望把最近几年的杂志也做成光盘，以方便阅读、查阅和收藏。为了满足读者的需求，本刊已于今年年初开始制作2001–2005合订本光盘，目前该光盘已完成前期文章数据处理和程序设计工作，正在进行校对和功能完善。现将该光盘的基本情况向读者作个介绍。

该光盘收录《无线电》杂志2001年第1期到2005年第12期共60期杂志的全部文章，可按时间顺序进行浏览和打印，也可方便地对栏目、文章题目、作者、正文等进行检索，找出与某一专题相关的文章。已购1955–2000年合订本光盘的读者，可将1955–2000年合订本光盘中的文章导入到2001–2005年合订本光盘的检索系统中，使光盘拥有者可对1955–2005年的全部文章进行全文检索，轻松查找需要的内容。

预计该光盘将于6月制作完成并出版发行，需要购买的读者请关注本刊杂志或网站上的消息。

闪存盘摔坏后的硬件故障修复一例

文/张 诚

在闪存盘（(也称U盘)）的普及应用中，会出现各种各样的故障，下面介绍一例由于外部机械力造成的闪存盘硬件故障及修复过程，希望能给读者以启发，解决相应的实际问题。

故障现象

不久前笔者的U盘不小心摔到了地上，从外观上看，U盘没有受到丝毫损伤，但之后把U盘插到计算机（WindowsXP操作系统）上时，屏幕出现如下提示文字：“无法识别的USB设备……”，按提示重新连接数次，仍无济于事。笔者换一台Windows98操作系统的计算机再试，计算机无任何提示。

观察和分析故障原因

笔者决定自己动手维修一下。打开U盘后用放大镜仔细观察U盘内部电路，没有发现开焊、开裂或接触不良的现象，表面上未发现任何疑点，凭借以前经常维修家电的一点经验，笔者分析认为，U盘内的全部电子元器件中，承受外部机械力最薄弱的元件当属“晶振”了，制作晶体振荡器的主要材料是石英，它是一种压电材料，由石英水晶所切割出来的石英晶片，当其受到压力、张力、扭力时，表面就会产生电荷，这种极化现象称之为“直接压电效应”，当加一信号源于晶体上时，即可产生循环振荡。晶片愈薄，振荡频率愈高。由于制作工艺复杂，加之材料固有的特性，极易造成机械损坏。

图1

为了证实判断的正确性，首先焊下U盘上的晶振（此盘采用柱状金属封装，如图1所示）。这里需要特别注意电烙铁的正确使用问题：

1.宜选用内热式电烙铁，功率不要太大，最好选用20W以下的。烙铁头选用尖头比较好，因为U盘体积小，内部焊点相对比较密集，要特别耐心地进行操作，防止与其他焊点相连，并且焊接操作时间严禁过长以防损坏线路板。

2.注意防止静电损坏U盘电子元件。使用电烙铁前应先将电烙铁外皮接地，同时注意人体本身的静电（操作前可先摸一下水管、暖气管等以释放静电）。

焊下晶振后，又将U盘插到计算机USB接口上，结果与上述现象相同，进一步确认是U盘晶振损坏了。

更换晶振

金属柱状封装引线型的晶振，适用于高密度组装，广泛应用于手表、钟、传呼机、防盗系统等。于是笔者找了一块闲置不用的电子表，将其晶振换到U盘上，未成功。分析原因是晶振频率不对，一般电子表的晶振频率为32.768kHz，而U盘的晶振频率一般在12MHz。笔者去电子市场多处也没有买到这种金属柱状封装的晶振，最后只能选用电视机使用的体积大六七倍的方壳引线型金属封装12MHz的晶振（如图2所示），处理好外壳绝缘，焊接到闪存盘电路板上（见图3），

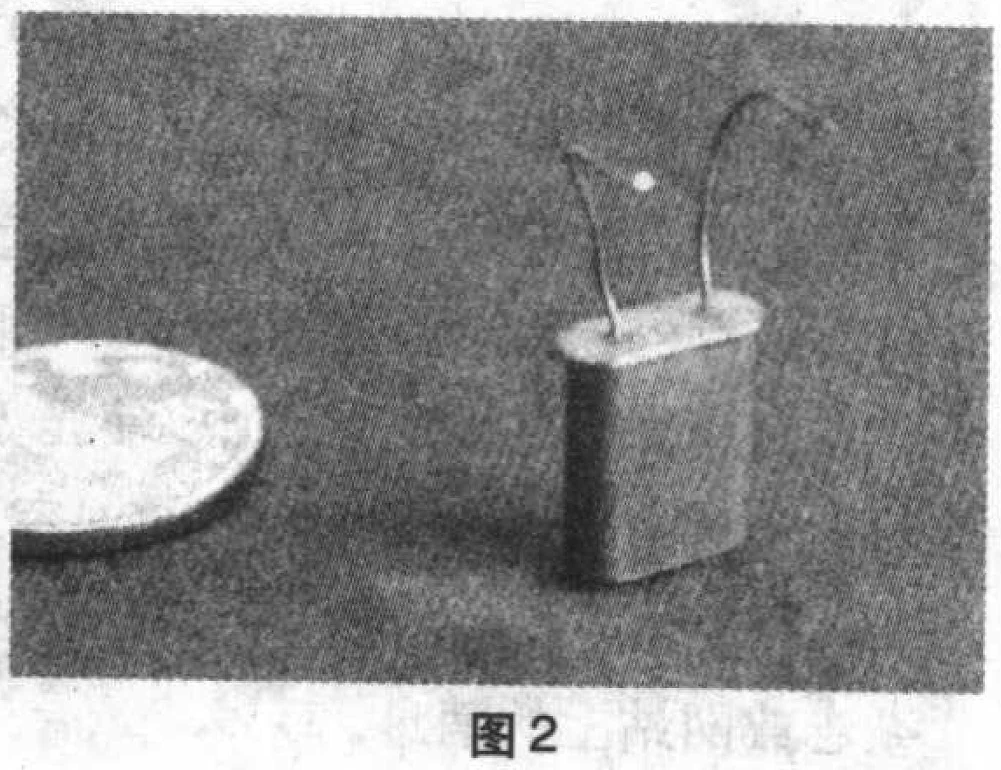


图2

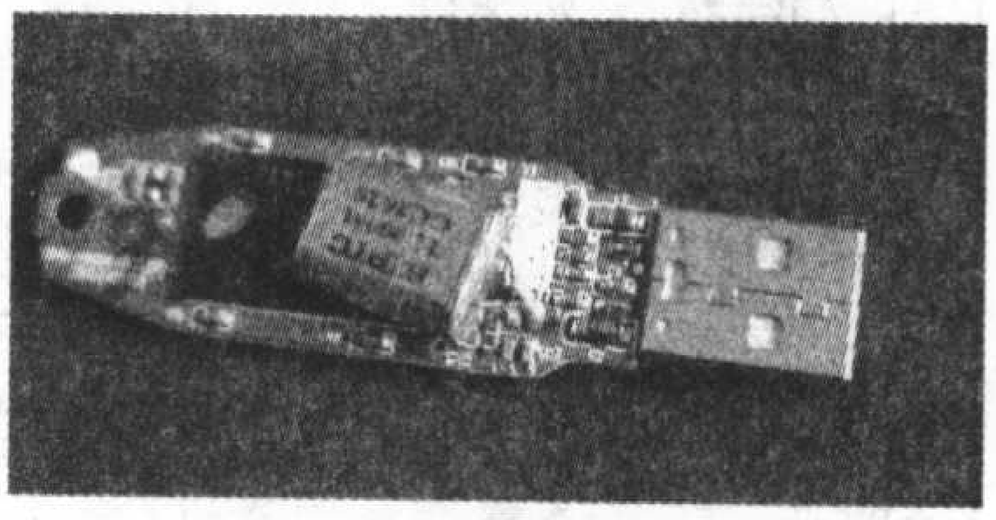


图3

然后连接到计算机USB接口上。随着U盘指示灯闪动，系统进入了U盘，数据完好，存取操作也非常正常！由于所换零件比原来的大了很多，改造了原来的U盘外壳，装好电路板，虽然外型比原来难看多了（见图4），但对

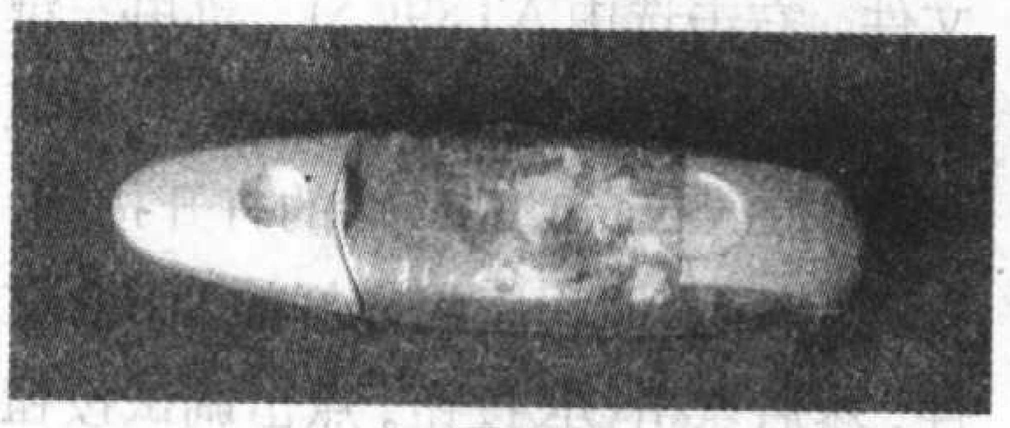
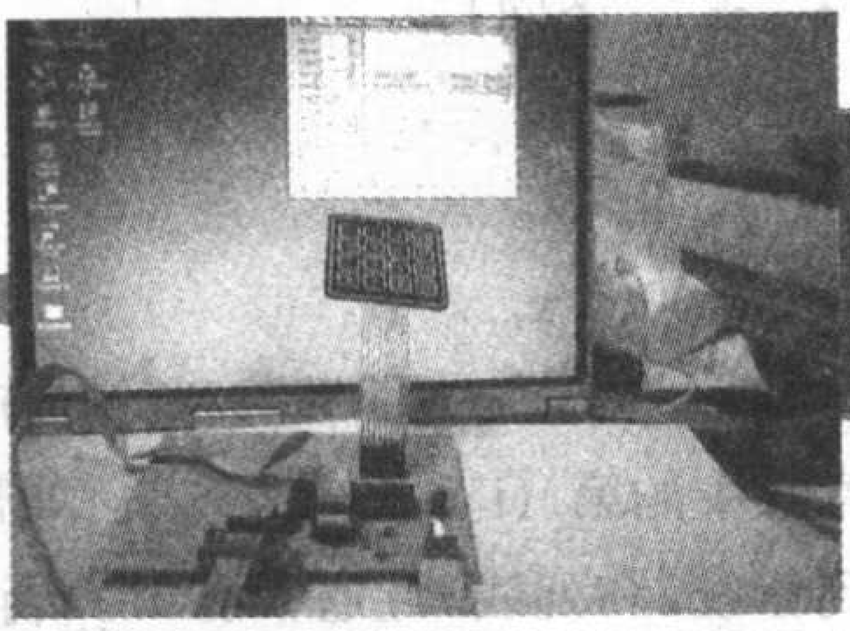


图4

使用毫无影响。至此，修复成功。用同样的方法笔者还“拯救”了一个MP3播放器！

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园



AVR单片机与4×4小键盘的使用

文/李鹏飞

本文介绍一个利用AVR单片机实现多按键简单计算器功能的实例。读者可以通过本文了解到AVR单片机如何用扫描方式处理按键，以及进一步理解AVR单片机的USART接口如何与PC机的串口进行通信。

1.硬件部分

我们已经知道了如何使用AVR单片机的一只引脚识别一个按键，但是如果按键数量比较多，使用这种方法就会占用大量的I/O引脚，使单片机难以完成其他的任务。这种情况的解决方法之一，是采用扫描方式来处理按键动作。

市场中最常见的是如图1所示的4×4薄膜键盘。背面有一层胶，可以粘贴固定在需要的位置，见图2。

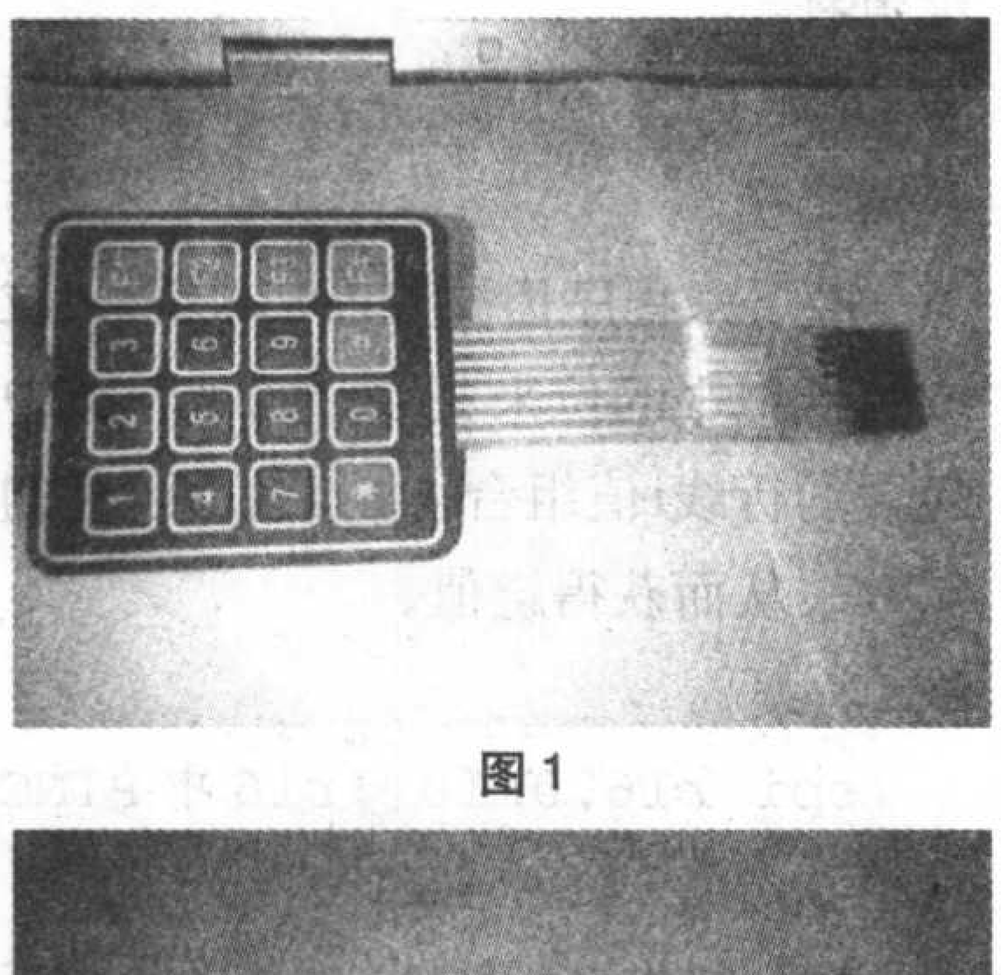


图1

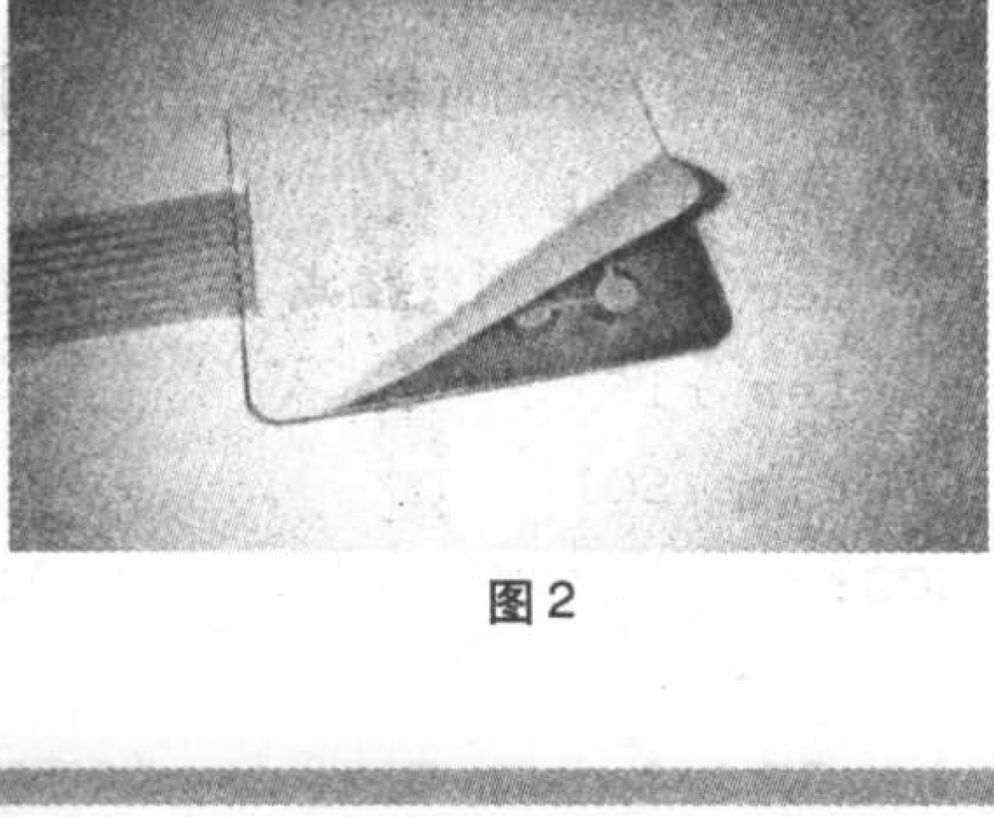


图2

它的内部构造比较简单，将图1中的小键盘引线向下面对自己放置，其内部原理图与外部8根引线的分布方式如图3所示（注意引线的顺序）。4×4小键盘共有16个按键，如果某个按键被按下，则对应的行列线连通。

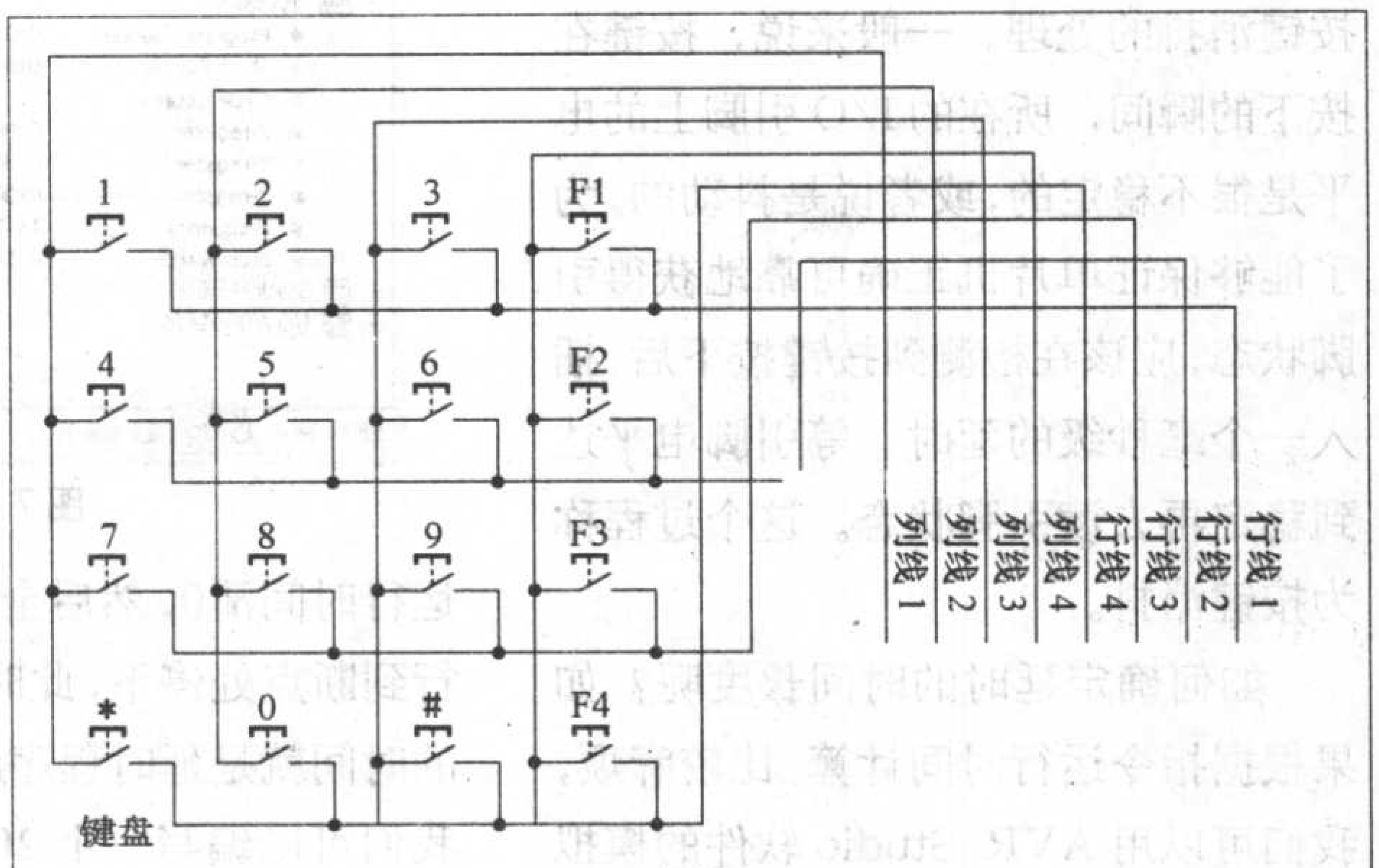


图3

单片机扫描4×4键盘的方法是，逐一对行（列）线上施加低电平，然后检测哪一根列（行）线也为低电平，这样得到一组行列线编号，就可以确定是哪一个按键被按下。例如，用户按下“2”键，那么对行线1上施加低电平，可以检测到列线2也为低电平，单片机就根据行线1和列线2连通，判断出是“2”键被按下。

小键盘与AVR单片机的连接电路如图4所示。该电路比较简单，仅需要4个680Ω电阻。依电路图完成硬件焊接即可。

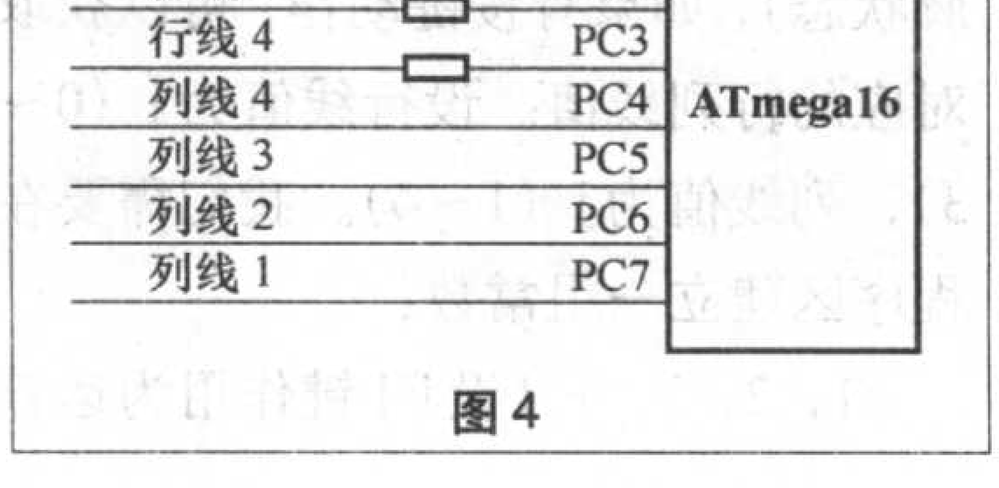


图4

2.程序编写思路

为了让小键盘实现一个简单的计算器的功能，并将计算结果通过串口工具显示在电脑上，我们还需要对Atmega16单片机进行编程。因为本实例重点在于介绍用AVR单片机对小键盘操作的检测，所以运算部分的程序编写得不太复杂，所实现的计算器功能支持的运算位数十分有限。

单片机程序的整体思路是：单片机扫描键盘，记录用户键入的数据与操作符，据此计算出结果，并通过单片机的USART接口送至PC机上的串口工具进行显示。

（1）初始化程序

我们要首先考虑初始化部分程序，编写如下：

```
ldi r16,0b00001111
out DDRC,r16
ldi r16,0b11111110
out PORTC,r16;端口的初始化完成。
```

我们设置PC0～PC3为输出，进行行线扫描，PC4～PC7为输入，获取列线电平状态。PC4～PC7打开内部上拉，PC0输出低电平，首先扫描行线1。USART采用中断方式发送，初始化程序见本刊今年第3期的《AVR与PC机的串行通信》一文。

(2) 按键消抖处理

程序的扫描键盘部分笔者进行了按键消抖的处理。一般来说，按键在按下的瞬间，所在的I/O引脚上的电平是很不稳定的，或者说是抖动的。为了能够保证单片机正确可靠地获得引脚状态，应该在检测到按键按下后，插入一个毫秒级的延时，等引脚电平达到稳定再去读引脚状态。这个过程称为按键消抖。

如何确定延时的时间长度呢？如果根据指令运行时间计算，比较麻烦，我们可以用AVR Studio软件的模拟仿真功能观察程序的运行时间，通过调整延时参数以获得合适的时间长度。

图5

打开AVR Studio，建立一个工程，编写一段延时的程序，编译并进入软件仿真界面。选择Debug→AVR Simulator Options，如图5所示。

在弹出的界面中输入你所使用的系统时钟频率，见图6。

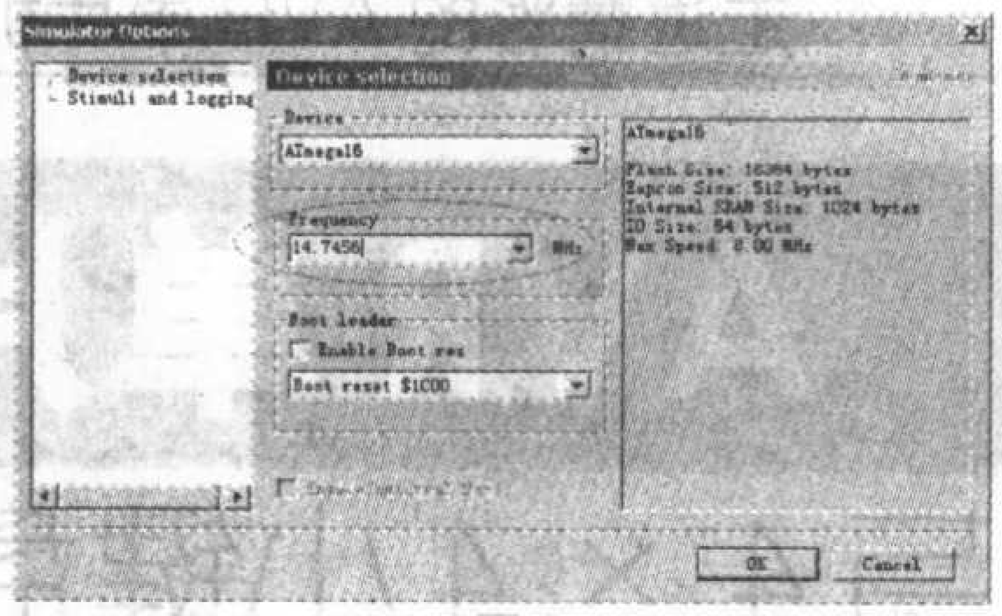


图6

确定之后，在Workspace窗口的Processor下可以看到指令运行时间的情况，如图7所示。

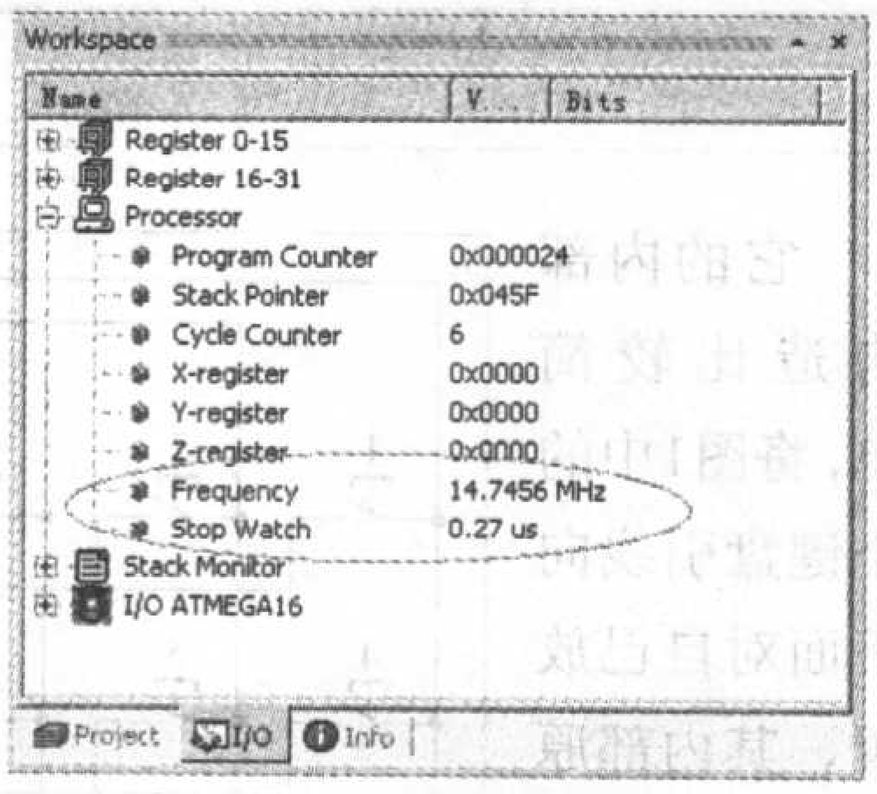


图7

此时在模拟仿真中，单步运行，可以看到Stop Watch处数值增加了一个指令运行周期。要观察延时程序所用时间，可以在延时程序结束处设置一个断点，在Stop Watch上双击，将运行时间清0，然后全速运行(F5)，执行到断点处停下，此时Stop Watch处的时间就是延时程序所用时间。由此，我们可以编写一个20ms延时子程序DLMS：

```
DLMS:
    ldi r20,0x02;设置延时子程序参数
    ldi r18,0xff
    ldi r19,0x90
DLMS1:
    dec r18
    brne DLMS1
    dec r19
    brne DLMS1
    dec r20
    brne DLMS1
    ret
```

3.键盘扫描程序

接下来考虑扫描键盘并获取键值部分的程序。单片机逐行扫描（即在行线上送低电平然后检测列线上的管脚状态），如果有按键动作，可以获取对应的行列线值。设行线值为i（0～3），列线值为j（1～4）。我们需要在程序区建立一组常数：

1，2，3，+（设F1键作用为运算符‘+’，下同），

4，5，6，－，

7，8，9，×，

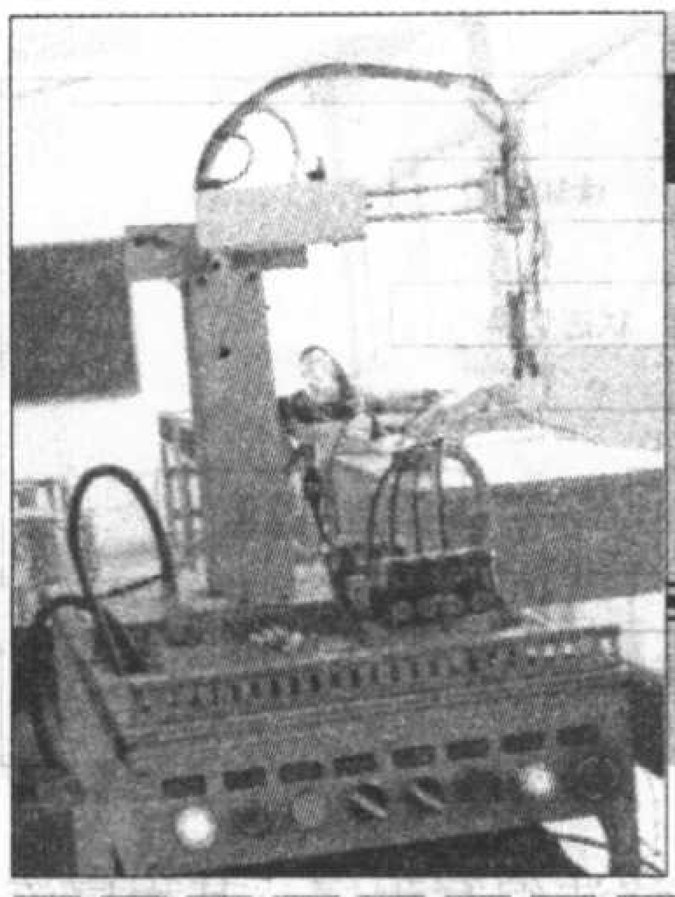
*，0，=，/

那么对于一组i和j，其键值应为常数中的第（i×4+j）个。例如检测到行线2和列线3连通，可知i=1，j=3，即6键被按下。部分程序如下：

```
    out PORTC,r16 ;对应行线送低电平，r16中设定哪根行线输出低电平
    call DLUS ;等待行线上低电平状态稳定
    in r16,PINC ;读PINC端口，获取列线电平状态
    andi r16,0xf0;保留高4位，即4位列线
    ldi r18,0xf0
    cpse r16,r18 ;列线状态与0xf0比较，相等则跳行执行
    rjmp SC_ACT ;不相等，即由按键按下，跳转到相应位置
    rjmp SC_NEXT_LINE ;没有按键按下，扫描下一条行线
SC_ACT:
    call DLMS ;有按键按下，按键消抖
    in r16,PINC ;再读键盘列线状态。
```

接下来程序需要判断PINC高4位中为低电平的位来获取j值，与r16中包含的行线i值组合，查找前面建立的常数表从而获得键值。

```
SC1:
    cpi r16,0x10 ;r16中PINC电平状态，r21中初值为4
    breq SC2;第4根列线为0，可知列线j=4，不对j进行操作，跳到SC2获取行线i
    dec r21 ;列线值减1
    lsr r16
    rjmp SC1
SC2:
```



初识单片机测控应用

用单片机控制机械手

（软件篇）

文/周 坚

上一期中笔者介绍了使用单片机控制机械手的硬件部分，本文将介绍程序编写的方法，这里以C语言为例进行介绍，但它的编程思路适用于任何编程语言。

1. 控制板与控制对象的关系

系统中有一块输入板和两块输出板，输入板上的两组输入地址分别为000B和100B，共16路输入，输出板的地址分别为000B和001B共16路输出。

第一块输出板（地址：000B）用于控制阀门和继电器，输入板中的第一组（地址：000B）用于接各种传感器的输入。表1所列是第一块输入板各位与对应的传感器，第一块输出板各位与对应阀门、开关之间的关系，图1所示是控制机械手各部位的气阀，可以看见阀两侧的电磁线圈，其中的1Y1、1Y2等为制造者给电磁线圈的编号。

表1

位	7	6	5	4	3	2	1	0
输入		4B2	4B1	3B1	2B2	2B1	1B2	1B1
定义		X06	X05	X04	X03	X02	X01	X00
输出		4Y1	3Y2	3Y1	2Y2	2Y1	1Y2	1Y1
定义		Y06	Y05	Y04	Y03	Y02	Y01	Y00

下面的阀为乒乓式，即一个阀有两个电磁线圈，当其中一个通电时，另一个必须断电，形成两种状态。

1Y1：回转臂逆时针转（到位后1B1有效）。

1Y2：回转臂顺时针转（到位后1B2 有效）。

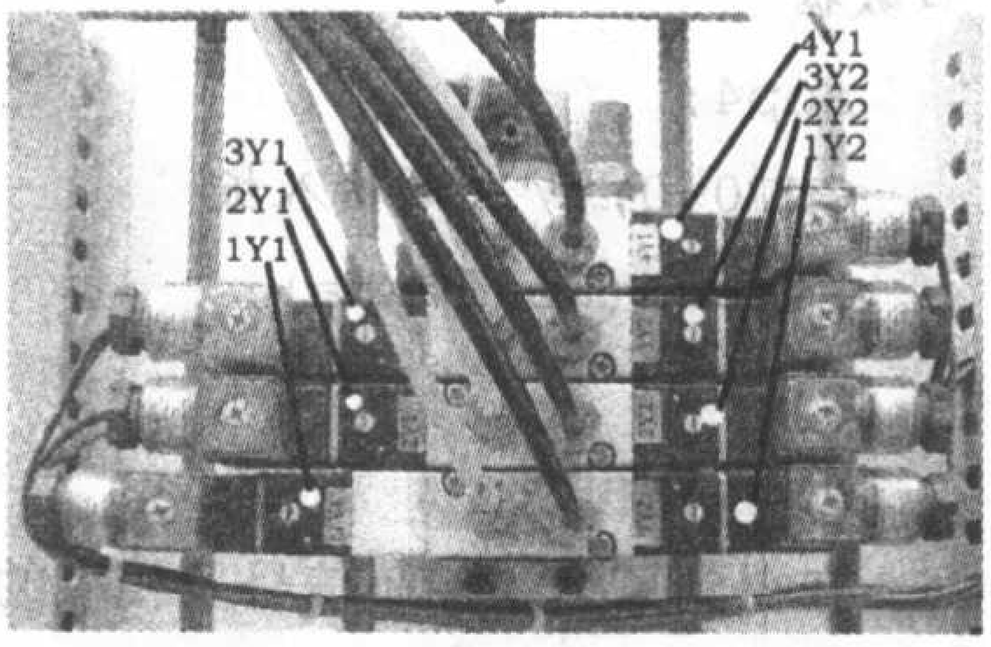


图1

2Y1：纵臂向后收起（到位后2B1有效）。

2Y2：纵臂向前伸出（到位后2B2有效）。

3Y1：夹爪松开（到位后3B1有效）。

3Y2：夹爪夹紧。

下面的阀为开关式，只有一个电磁线圈，其通电和断电形成两种状态。

4Y1：竖臂向下（到位后4B2亮，断电后自动收回，到位后4B1亮）。

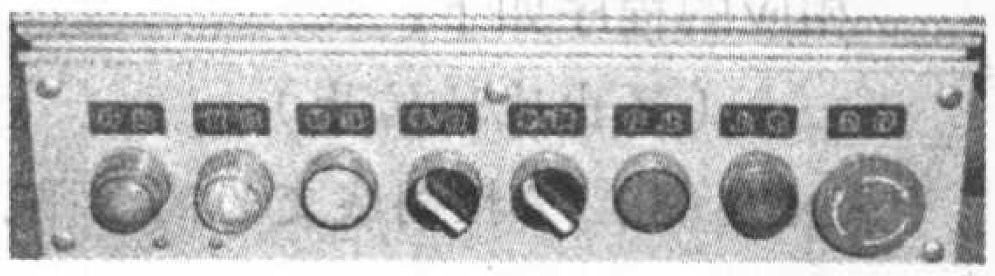


图2

---

mov r16,r17 ;R17中为当前循环中pinc的状态，得知行线

com r16

SC3:

cpi r16,1

breq SC4

adiw r24,4

lsr r16 ;程序功能：计算出行线i×4

rjmp SC3

SC4:

add r24,r21 ;计算出i×4+j

adiw r24,0x30

adiw r24,0x2f ;常数数组在程序区的偏移量

ldi zh,0

mov zl,r24

lpm ;查常数表获取按键数值，存于r0中

此外，程序还需要对用户键入数据进行运算处理。这涉及了十进制到二进制的转换、二进制到十进制的转换以及十进制到ASCII码的转换，具体程序请读者参考本期配刊光盘中的程序清单与注释。用户的输入操作与计算结果通过USART发送到PC上的串口调试工具中显示。程序的运行情况如图8所示。

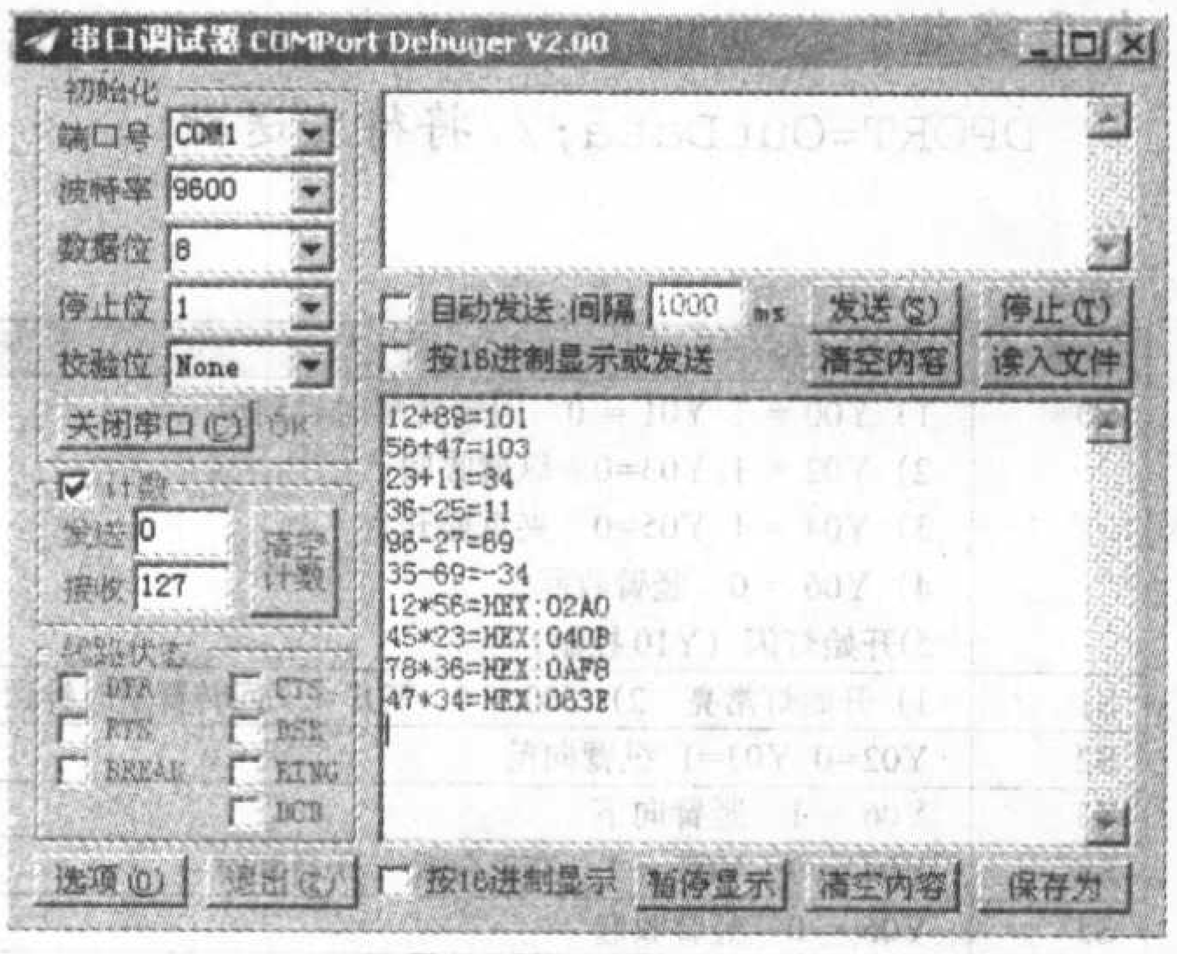


图8

（注：AVR单片机的汇编指令中文查询资料见本期配刊光盘。）

表2

位	7	6	5	4	3	2	1	0
输入	上电成功		停止	单／联	手／自	特殊	复位	开始
定义	X16		X15	X14	X13	X12	X11	X10
输出		上电指示灯					复位灯	开始灯
定义		Y16					Y11	Y10

（说明：输入按钮按下时，相应位为0，例如按下开始键，X10为0。）

如图2所示的控制面板由第二块输出板（地址：001B）控制面板上的指示灯，输入板中的第二组（地址：100B）用于接受面板上的按钮输入。表2所示是它们之间的对应关系。

2. 工作状态细分

经过对工作过程的分析，我们将系统的工作状态进行细分，共分成13种状态，在同一时刻只可能存在一种状态。表3给出了每一种状态下的输出，同时给出一种状态向另一种状态转移的条件。

输出时，根据所选输出板确定地址，将地址信号送到AD0、AD1和AD2三根地址线上，然后将数据送到数据线上，最后将控制线CNT1置1，这样，数据进入被选定输出板的74HC573锁存器并输出。数据送出后，将CNT1置0，74HC573锁存数据。

相应的程序如下：

……（送出地址信号）

CNT1=1;//控制线变为高电平，允许输出

nop4;//延时，等待控制线上的电平稳定

DPORT=OutData;//将待发送数据送到数据端口上

nop4;//延时，等待数据线上的电平稳定

CNT1=0;//控制线变为低电平，数据被锁存，数据线上数据的变化不再影响到输出

读入数据时，必须先确定地址，将地址信号送到AD0、AD1和AD2三根地址线上，然后将CNT0置1，选中相应的74HC244芯片，将外部的输入信号送到数据总线上，读取了数据后，将CNT0清0使74HC244的输出为高阻状态，输入端的状态不会对数据总线产生影响。

相应的程序如下：

……（送出地址信号）

```
CNT0=1;//开启输入板
nop4;
ReadData=DPORT;   //读端口数据
nop4;
CNT0=0;//关闭输入板
return(ReadData);
```

……

3. 控制程序

在得到了上述控制信号及相应的状态表之后，就可以着手编写程序了。限于篇幅，这里无法给出全部源程序，完整的程序可以在本刊网站上找到。

该程序借鉴了PLC工作原理，采用了状态转移法编写程序，其程序流程图如图3所示。程序的整个工作流程是：

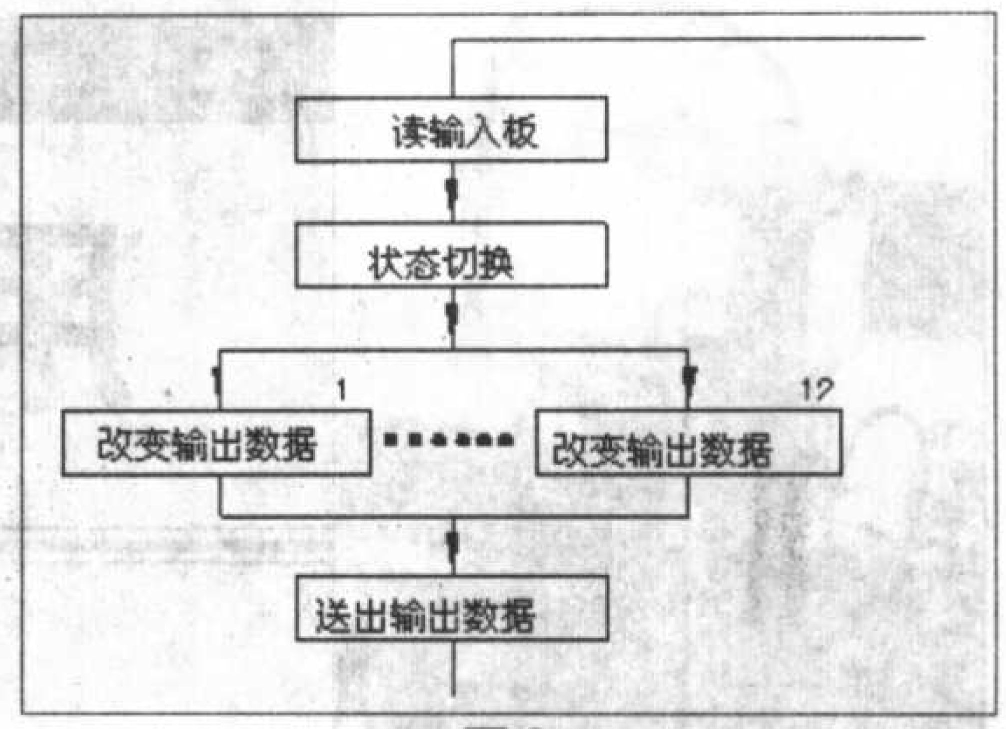


图3

①读取输入板，集中采集各传感器、按钮的信息；

②根据当前的状态号及传感器、按钮信息决定状态的改变；

③根据状态号确定输出数据；

④统一进行输出。

其中①和④通过相应的函数完成，②是根据表3中的“转移条件”使用if语句来完成，③则是通过表3中的“输出状态”使用switch语句来完成。

由于每一次状态转移均以“位”为单位，因此，程序在定义了输入和输出变量后，使用sbit对每一个输入和输出位都进行了定义。

例：uchar bdata OutDat1…;

sbit Y00=OutDat1^0;

定义输出位Y00是输出变量OutDat1的第0位。这样在编程中可以直接对位进行设置和清零，而最后输出时只要将OutDat1送到输出函数就行了。

所有的延时都不能采用调用延时程序的方法，而应该采用定时器的方法，因为程序不允许一直停留在某一点，即便在延时时也应该不断检测各种状态。

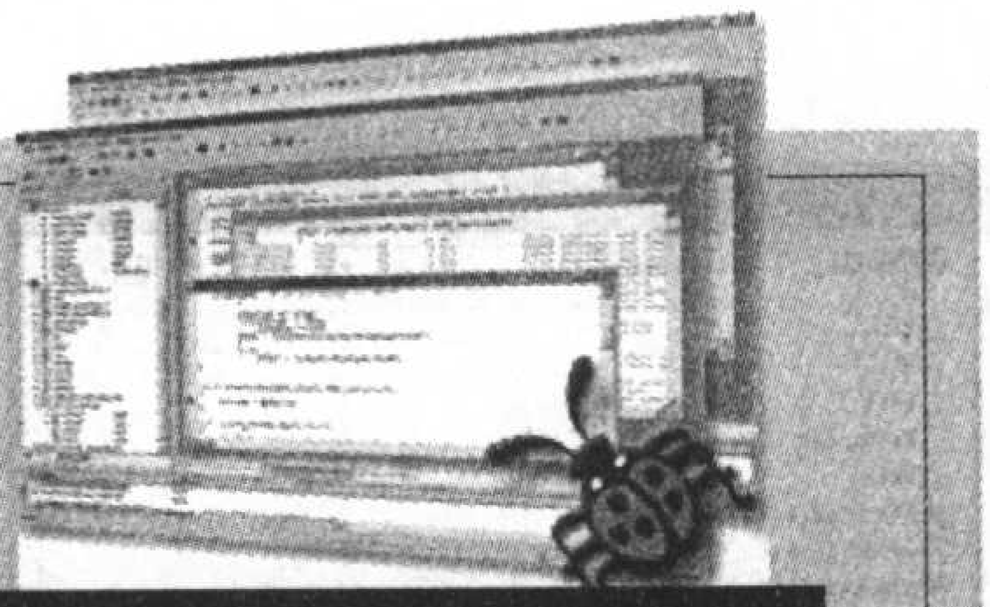
如果使用控制机械手的这块工控板来开发其他程序，读取输入板信息、将数据写入输出板的函数是通用的，因此程序编写就集中在②和③步上，也就是确定状态表，只要得到了状态表，程序是很容易编写的。

表3

状态	输出状态	转移条件
S0	1）Y00 = 1 Y01 = 0 回转臂顺时针到位 2）Y02 = 1 Y03=0 纵臂收回 3）Y04 = 1 Y05=0 夹爪松开 4）Y06 = 0 竖臂收起 5)开始灯闪（Y10控制）	S0--->S1条件：按下开始按钮（X10 = 0）或“手／自”键处于“自”的位（X13 = 0）
S1	1）开始灯常亮 2）Y00 = 0，Y01 = 1回转臂逆时针到位	S1-->S2条件：X01 = 0
S2	Y02=0 Y03=1 纵臂向前	S2-->S3条件：X03=0
S3	Y06 = 1 竖臂向下	S3-->S4条件：X06=0
S4	Y04 = 0 Y05 = 1 夹爪合扰 开启延时	S4-->S5条件：延时时间到
S5	Y06 = 0 竖臂收起	S5-->S6条件：X01 = 0
S6	Y02 = 1 Y03 = 0 纵臂收回	S6-->S7条件：X02=0
S7	Y00 = 1 Y01 = 0 横臂顺时针到位	S7-->S8条件：X00=0
S8	Y02 = 0 Y03 = 1 纵臂向前	S8-->S9条件：X03=0
S9	Y06 = 1 竖臂向下	S9-->S10条件：X06=0
S10	Y04 = 1 Y05 = 0 夹爪松开	S10->S11条件： X04=0
S11	Y06 = 0 竖臂收起	S11-->S12条件：X05=0
S12	Y02 = 1 Y03 = 0 纵臂收回	S12->S0条件：X02=0

AVRStudio

——基于汇编语言的AVR系列单片机集成开发环境



文/谢永宁

AVRStudio是Atmel 公司推出的AVR单片机集成开发环境。源程序的编辑可采用汇编语言，其汇编级编译器(AVR Assembler)是免费提供的。AVRStudio也可采用C语言编程，支持第三方C编译器。AVRStudio还集成有软件调试(AVR Studio) 和实时在线仿真器 (JTAG ICE) 以及AVR Prog下载等功能。

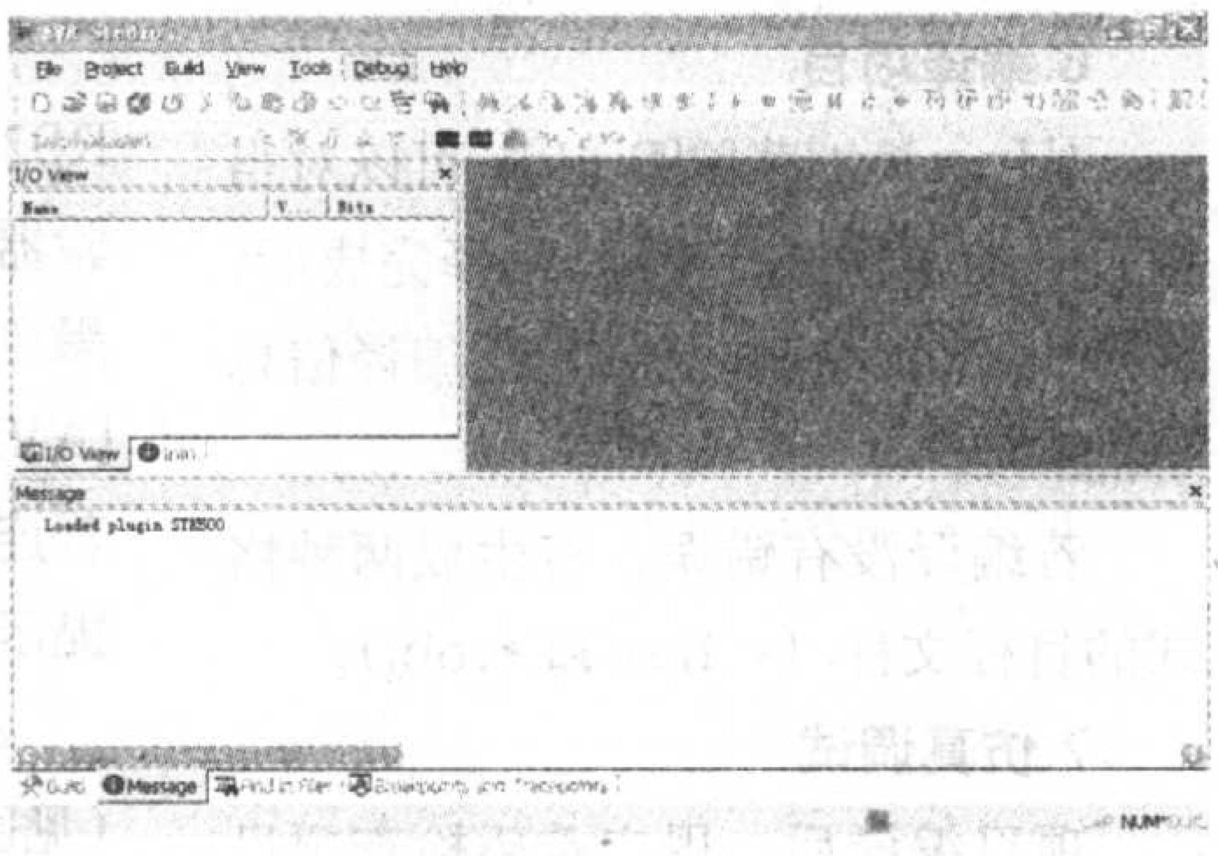


图1

软件的下载、安装与运行

1.下载

AVRStudio可以从网站免费下载。下载网址：http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=2725。

软件大小：21.5MB

软件语言：英文

应用平台：Win9x/NT/2000/XP

2.安装

下载得到的是一个压缩文件，解压后，点击Setup.exe，一路回车，即可顺利安装。安装过程中，可修改安装路径。

3.运行

安装完成后，可从[开始]—[程序]—[Atmel AVR Tools]—[AVR Studio 4]启动。

AVRStudio启动后的界面见图1。

软件的基本使用方法

在AVRStudio中，设置了一个项目管理器，可以在项目管理下，开发应用程序。创建一个应用，一般需要下列几个步骤 (1) 新建一个项目，为此项目指定编译和调试环境。(2) 在项目中，创建源程序文件。(3) 编译项目。(4) 调试。

1.创建一个项目

从[project]菜单[New project] 可创建一个新的项目，创建一个新的项目需要进行一些设置操作，分为两个步骤，首先进入的是图2对话框。

在这里，要设置工程的类型

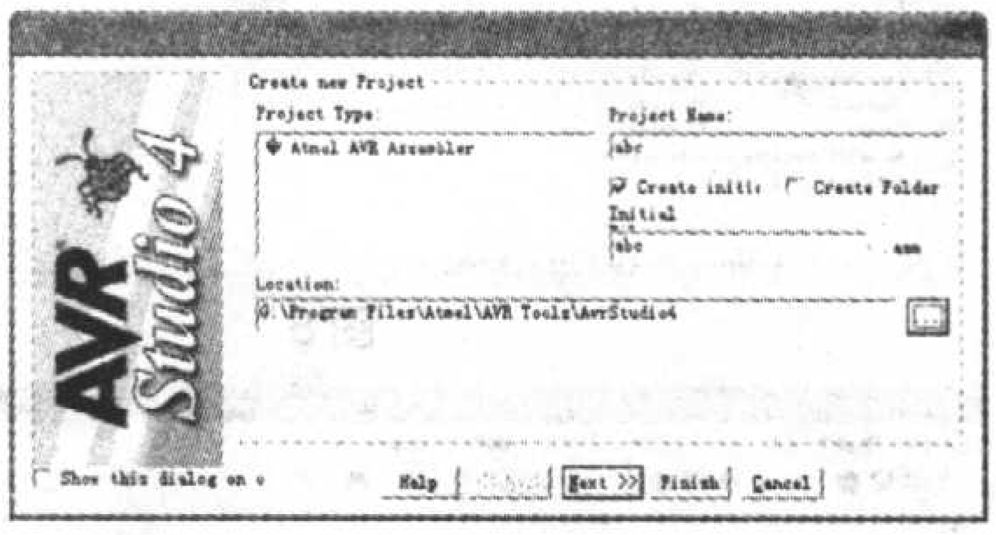


图2

(Project Type)、工程的名称(Project Name)、工程的存放路径(Location)；还要选择是否创建一个新的文件夹(Create Folder)；是否创建一个新的源程序 (Create initial)，如果选择创建一个新的源程序，还要输入源程序的名称。

设置完以后，选择[Next]进入下一步 (图3)。

这里需要选择调试的方式

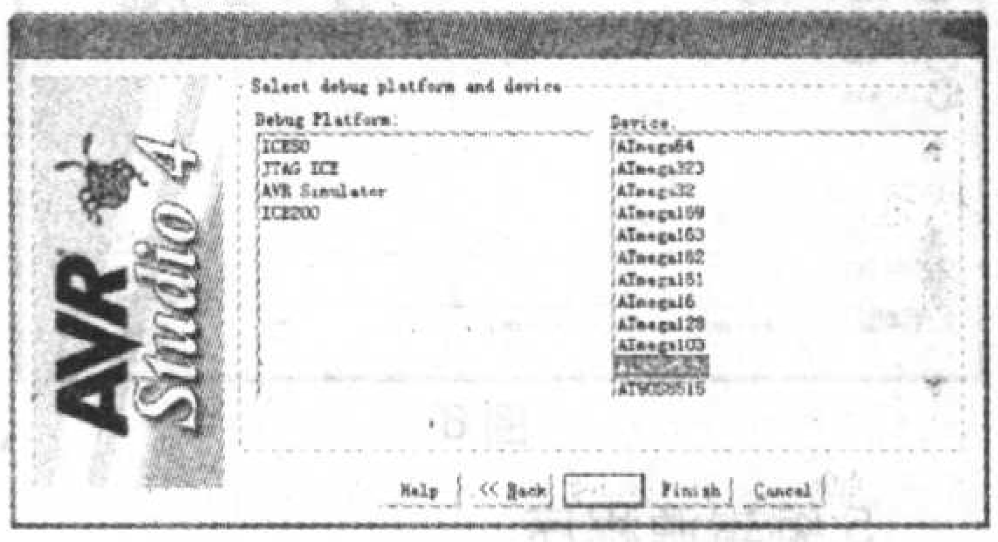


图3

(Debug Flatform) 和AVR器件(Device)，不同的调试方式可以调试的器件是不完全相同的。选择好以后，单击[Finish]完成设置。项目建立后，在工作区(Workspace)窗口显示出项目树 (图4)。

图4

2.打开一个项目

从[project]菜单[Open project] 可打开一个已创建的项目进行编辑。

3.在项目中新建一个源程序

在Workspace窗口用鼠标右键单击[Assembler]，选择[Create New File]，可以在项目中新建一个源程序。新建一个源程序首先会出现一个“另存为”对话框，参见图5，设置好文件名，单击[保存]即可。

4.在项目中添加一个源程序

在Workspace窗口用鼠标右键单击[Assembler]，选择[Add exiting File]，可以将磁盘中现有的一个源程序添加到项目中。添加源程序首先会

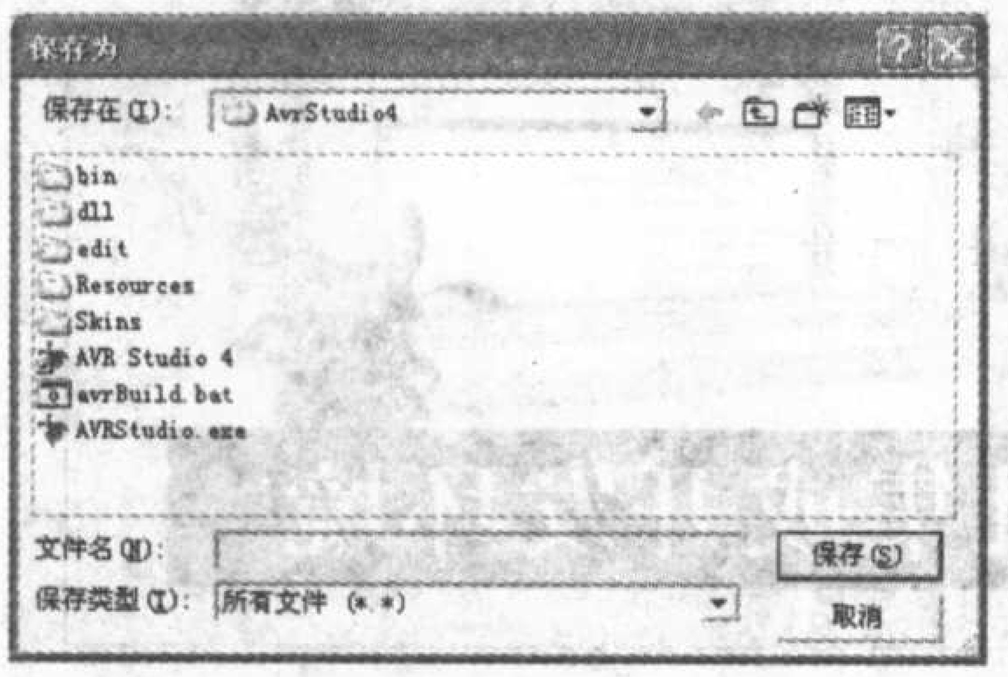


图5

出现一个“打开”对话框，参见图6，选择好源程序的路径和文件名，单击[打开]即可。

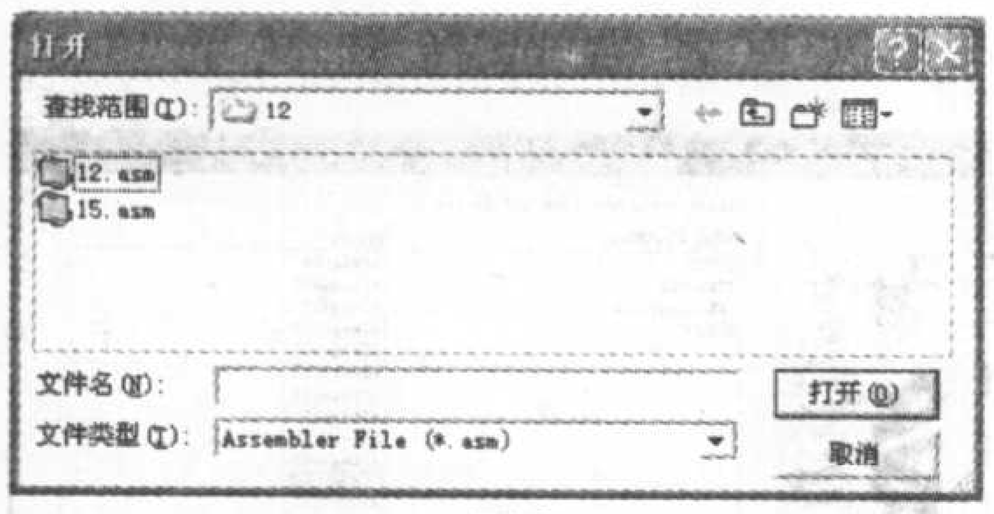


图6

5.编辑源程序

在Workspace窗口用鼠标右键双击[Assembler]下的文件名，可打开源程序编辑窗口（见图7）。

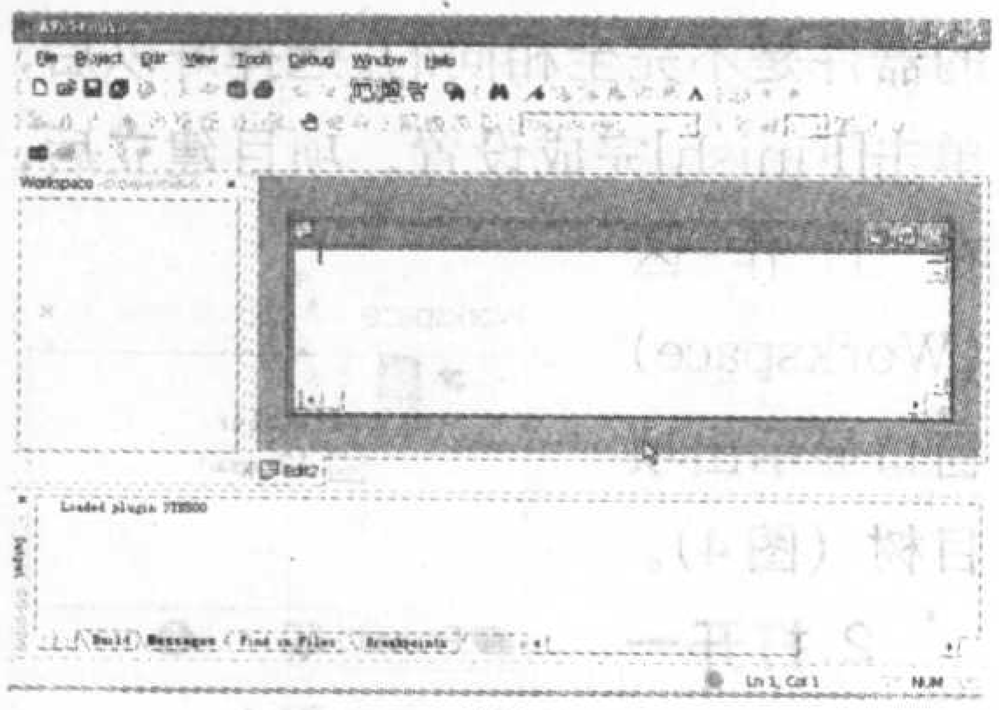


图7

进入源程序编辑窗口后，可以在该窗口下按照编程语言的语法要求编辑源程序。AVRStudio的编辑器就是一个文本编辑器，你可以用它来编写各种程序，只是在保存时，需要按照你所采用的编程语言来选择文件的后缀和文件的格式。

AVRStudio支持多文档编辑，你可以同时打开多个源程序编辑窗口进行编辑。

源程序编辑窗口打开后，[edit]菜单有效。此时，可以使用[edit]菜单中的命令(undo、redo、cut、copy、paste、find、replace等)来辅助源程序编辑。

源程序编辑完后，可点击🖫或从[file]菜单[save]保存正在编辑的源程序文件；也可从[file]菜单[save as ...]将当前正在编辑的源程序文件重命名保存；从[file]菜单[save all]可以保存正在编辑的全部源程序文件。

从[file]菜单[Print] 或点击🖶，可以打印当前已保存的源程序。

6.编译项目

从[project]菜单[Build] 可以对当前打开的工程进行编译，编译完成后，在Workspace窗口将显示出编译信息(见图8)。

若编译没有错误，将生成两种格式的目标文件（*.hex和*.obj)。

7.仿真调试

项目编译后，用户希望检查项目能否正常运行。这时可以通过调试工具来实现。AVRStudio可以连接仿真器进行仿真调试，也可以进行软件仿真调试。调试时，如果硬件仿真器连接良好并打开电源，则AVRStudio自动进入实时仿真状态，否则会自动进入软件仿真调试状态（见图9)。

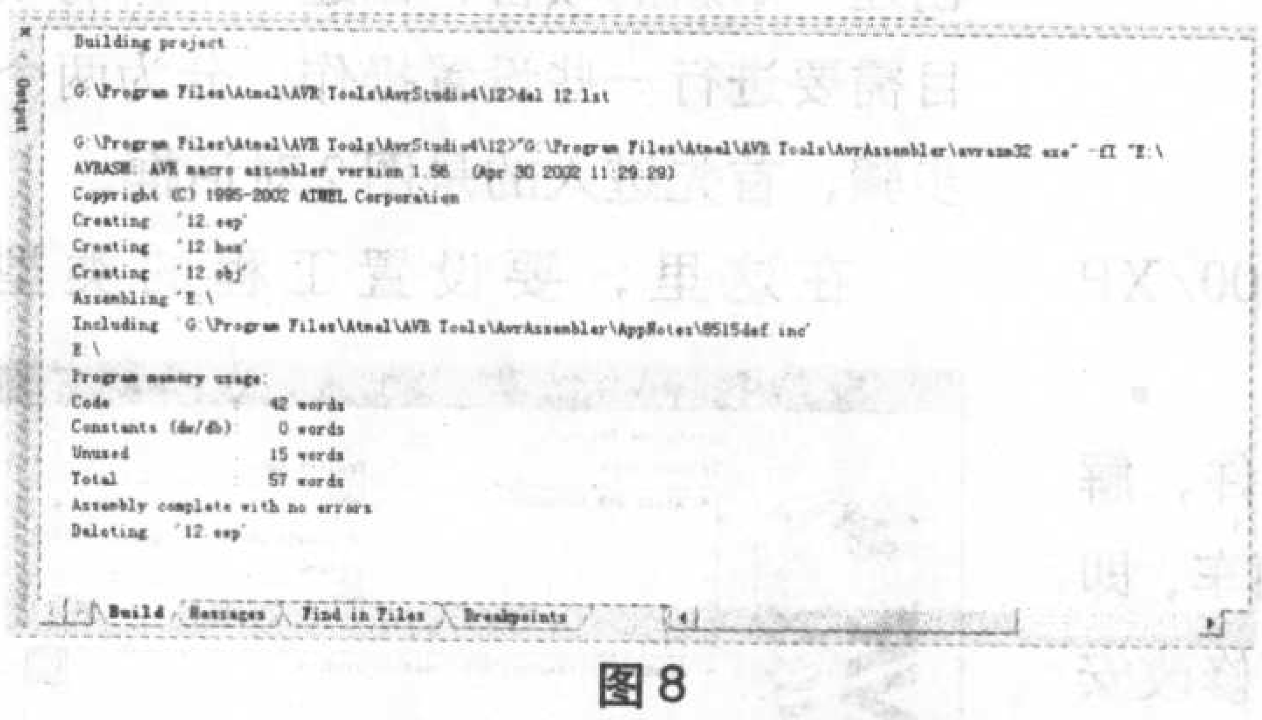


图8

图9

从[Debug]菜单[Start debugging]可以启动调试，AVRStudio支持断点、单步、自动单步、外部端口激励、变量观察、存储器观察、寄存器观察、IO空间观察、处理器(Processor)状态观察、生成记录文件等调试手段。

8.程序下载

应用程序调试正常，就可以把程序写入所用的芯片了。

首先，接通下载线，一头接PC机RS232串行口，另一头接下载开发实验器，并接上5V电源(红色线接+5V，黑色线接地)。然后，从[Tools]菜单[AVR Prog...]可以启动下载操作，若连机正确，则出现下载提示窗口，按提示窗口要求操作即可。

若下载线未接通，则会给出提示(见图10)。

9.在项目外编辑源程序

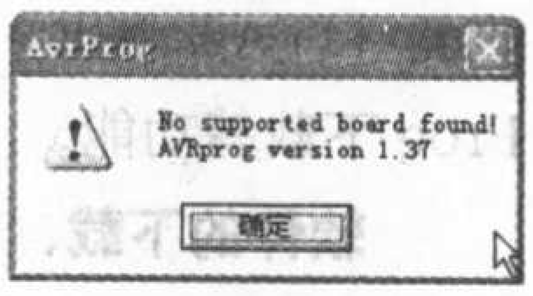


图10

AVRStudio允许在项目外编辑源程序。

从[file]菜单[New]或点击🗋可创建一个新的源程序文件，并打开源程序编辑窗口。

从[file]菜单[Open]或点击📂可打开一个已存在的源程序文件，并进入源程序编辑窗口（见图7)。

保存新编辑的源程序或将当前正在编辑的源程序文件重命名保存时，将出现“另存为”对话框（见图5)，在这里可选择保存的路径和保存的文件名，要根据源程序所采用的编程语言来选择文件的后缀，汇编语言的源程序文件后缀应为asm。

单片机数字电感测试仪

文/吴 菲

数字万用表大多具有测量电容的功能，但很少具有测量电感功能的，这给电子爱好者使用带来许多不便。本文介绍一种用单片机AT89C2051制作的数字电感测试仪，电感量的测量范围为0.1mH～20H，采用两位半数字显示，最大显示值为199，读数单位统一采用毫享（mH），量程分四挡，读数分别乘以相应的倍率。具有测量方法简单、读数方便的特点。

电路工作原理

本数字电感测试仪以电感加上电压后电流增加的规律作为测量依据，因为电感加上电压后电流增加的速度与电感量相关，所以通过测量电流达到某一预定值所花的时间就能测量出电感的电感量，测试原理见图1。合上开关后电源电压E+加在电感LX和电阻R的串联回路上，这时回路中电流I_L企图自零跳变到其稳定值$E+/R$，但电感LX将产生一个和E+的方向相反的自感电动势阻止电流I_L的增加，使得电流I_L只能由零开始逐渐增加，电阻R上的电压也随之按同样的速度逐渐增加，当经过的时间t等于RL的时间常数τ（$\tau=L/R$）时，电流I_L约为稳定值的63.2%，即$0.632E+/R$。这时在电阻R上的电压为$0.632E+$，数字电感测试仪就是以该电压作为测试基准电压，测量电感电流I_L增加使电阻R上电压达到该电压的时间，便能知道电感的电感量。例如，设电阻R的阻值为10kΩ，电阻R两端电压上升到$0.632E+$所需的时间为0.1ms，那么由公式$\tau=L/R$可知LX的容量为1H。

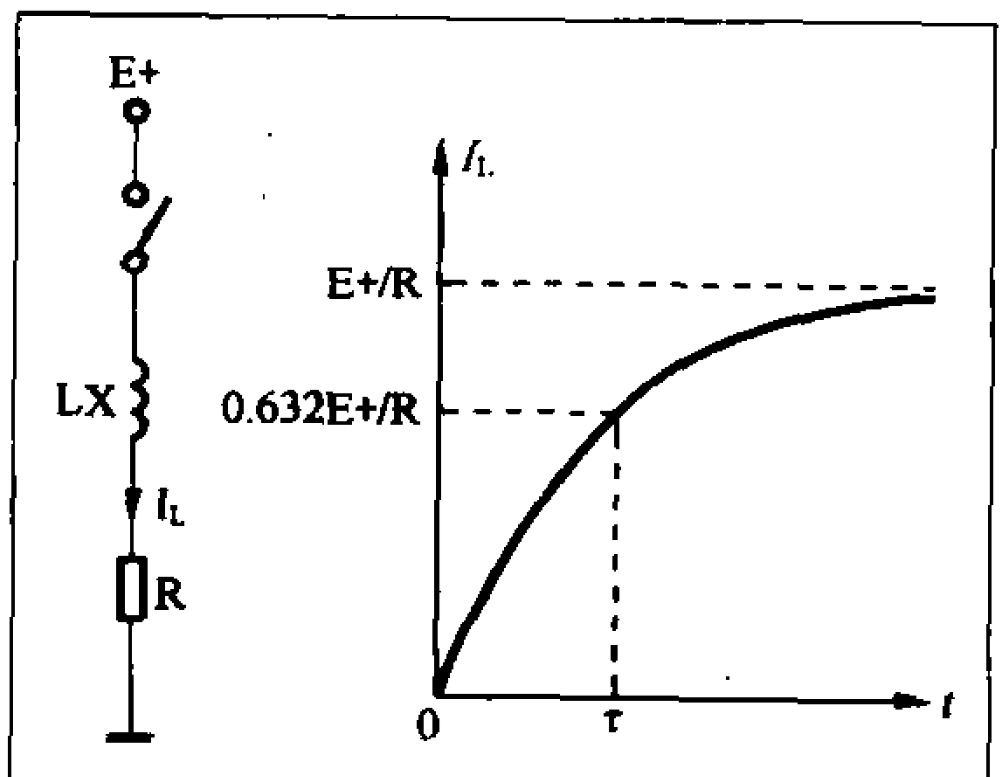


图1

测量电路如图2所示。A为AT89C2051内部的电压比较器，AT89C2051的P1.0和P1.1口除了作I/O口外，还有一个功能是作为电压比较器的输入端，P1.0为同相输入端，P1.1为反相输入端，电压比较器的比较结果存入P3.6口对应的寄存器，P3.6口在AT89C2051外部无引脚，通过对寄存器中数据的判断就能知道P3.6口的状态。电压比较器的基准电压设定为$0.632E+$，在电阻R两端电压从0升到$0.632E+$的过程中，P3.6口输出为0，当电阻R两端电压一旦超过$0.632E+$后，P3.6口输出电平即变为1。以P3.6口的输出状态为依据，用AT89C2051内部的定时器T0对时间进行计数，再将计数结果显示出来即得出测量结果。

整机电路见图3。电路由单片机电路、测量电路和数码显示电路等部分组成。AT89C2051内部的电压比较器和电阻R2～R9、三极管VT1等组成测量电路，其中R4～R7为量程电阻，由波段开关S1选择使用，电压比较器的基准电压由5V电源电压经R8、RP1、R9分压后得到，调节RP1可调整基准电压。三极管VT1起到图2中开关的作用，当P1.2口在程序的控制下输出低电平时，VT1饱和导通，电感LX和量程电阻的串联回路即开始加上电压，一轮测量结束后，P1.2口在程序的控制下输出高电平，VT1截止，电感LX上的电能通过电阻R3和相应的量程电阻释放。量程电阻R7～R4每挡以10倍递增，故每挡显示读数以10倍递增。

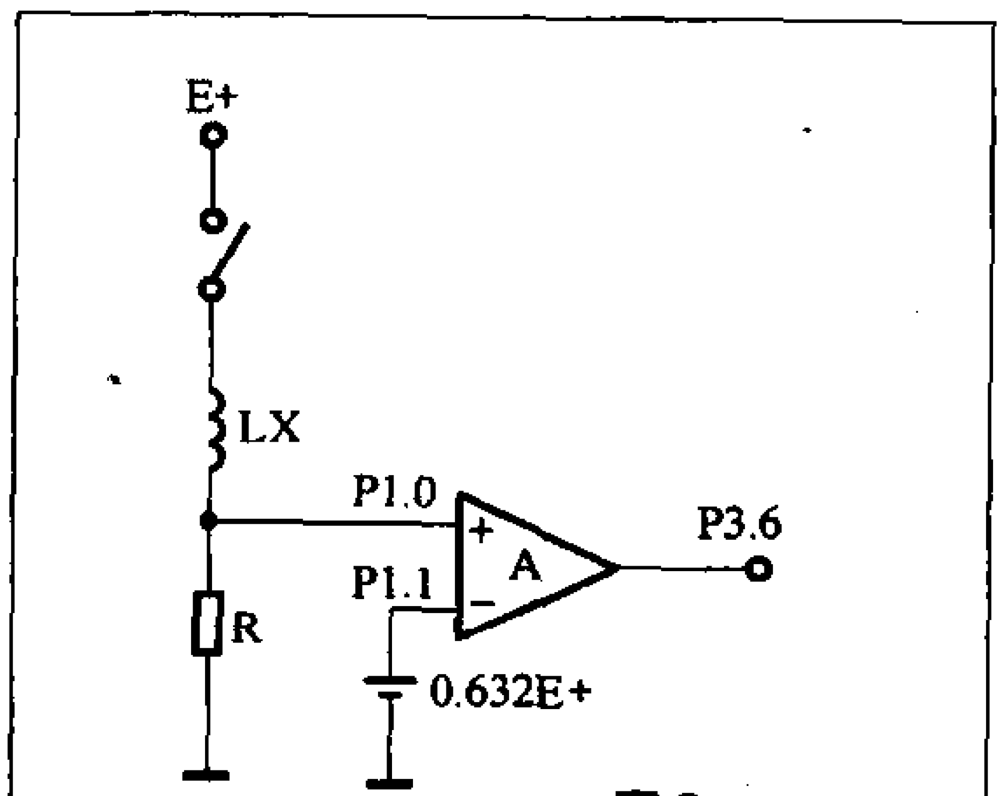


图2

数码管DS1～DS3、三极管VT2～VT4、电阻R10～R19等组成数码显示电路。本机采用动态扫描显示方式，选用共阳数码管，用软件对字形码译码。P1.3～P1.5口作三个数码管的动态扫描位驱动码输出，通过三极管驱动数码管。P3.0～P3.5、P3.7口作数码显示七段笔划字形码的输出，用以驱动数码管的各字段，当P3的某一端口输出低电平时其对应的字段笔划点亮。

软件设计

程序使用C语言编写，由主程序、定时中断服务子程序、延时子程序等模块组成。定时器T0作被测电感电流I_L达到预定值所需时间的计数用，定时器T1用于定时中断服务，定时时间为5ms，即5ms产生一次中断。定时器T0、T1均工作于方式1。数组BitTab[3]用来存储位驱动码，DispTab[11]用来存储字形码，数组DispBuf[3]的3个

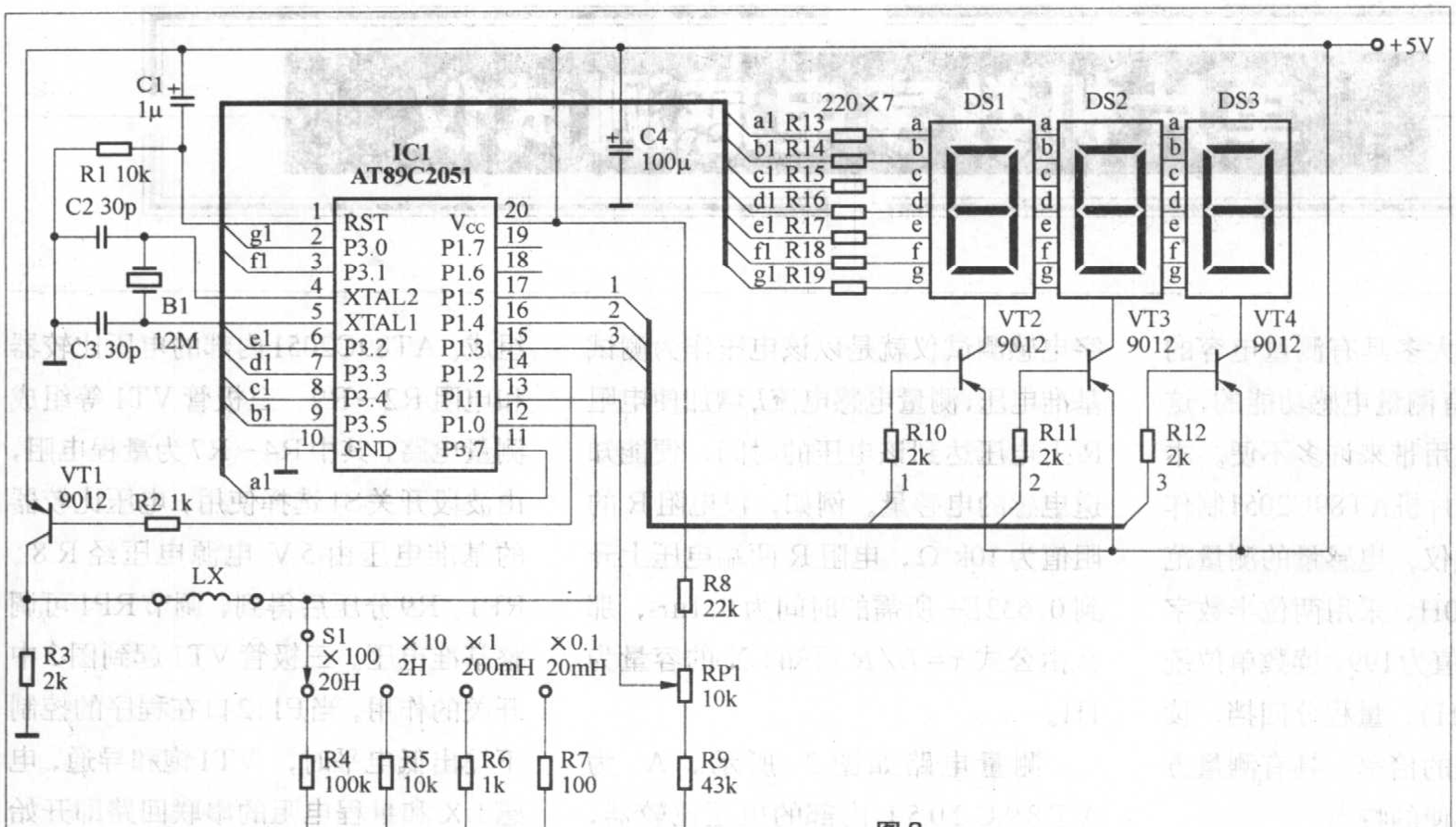


图3

元素分别用来存储从定时器T0读出数据的个、十、百位的3位数字。

程序显示每一位数码的时间为5ms，因此显示完整的3位数的周期为15ms（3次中断）。每过250ms（50次中断）刷新一下数据，即每过250ms测一下电感量，测量时间小于0.2ms，由于这一时间小于定时中断的时间5ms，因此在测量过程中不会出现中断现象。测量电感时P1.2口输出低电平，量程电阻上的电压开始上升，与此同时定时器T0开始计数，当量程电阻上的电压达到基准电压时，P3.6口输出高电平，据此程序作出判断停止T0的计数，并读出数据送数码管显示。如果被测电感的电感量超出测试挡的量程，则计数值大于或等于200，显示结果为百位数显示1，其他两位数不显示，这和数字万用表超过量程时的显示模式类似，这时可选择大一挡的量程进行测试。

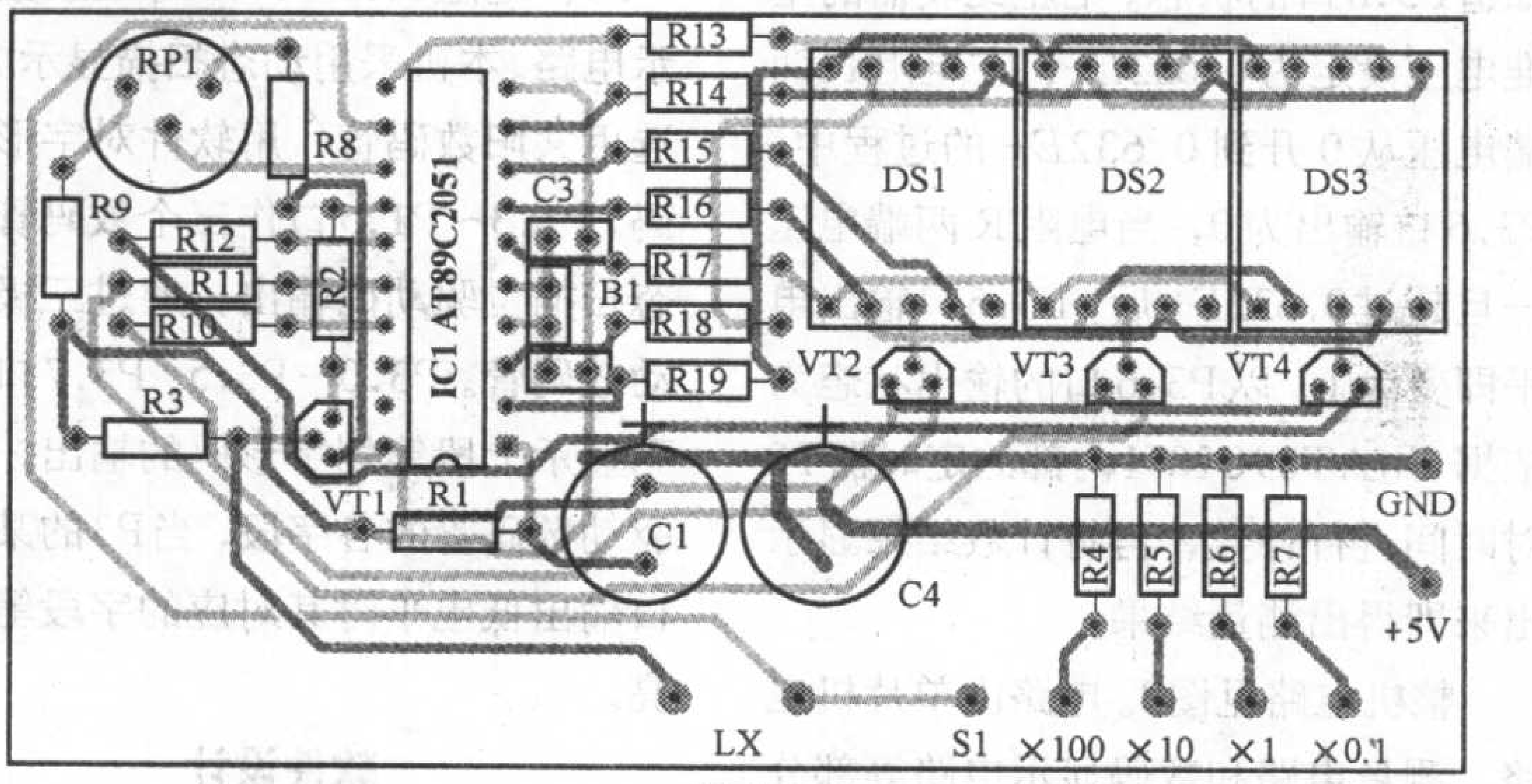


图4

附表

数据位		P3.7	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0	字形码
笔段位		A	空	B	C	D	E	F	G	
数字	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0x41
	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0xcf
	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0x52
	3	0	1	0	0	0	1	1	0	0x46
	4	1	1	0	0	1	1	0	0	0xcc
	5	0	1	1	0	0	1	0	0	0x64
	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0x60
	7	0	1	0	0	1	1	1	1	0x4f
	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0x40
	9	0	1	0	0	0	1	0	0	0x44
	不显示	1	1	1	1	1	1	1	1	0xff

用Keil uVision2编译程序时，通过观察反汇编窗口发现单片机判断P3.6口是否输出高电平和关闭定时器T0要花3个机器周期，这会使显示值增加3，因此在程序中对此误差进行了修正，即把定时器T0的计数值减去3后再供数码管显示。

字形码的输出用了P3口的P3.0～P3.5、P3.7，P3.6为空，P3口输出的数据通过数组DispTab[11]获得。数据位和字形的对应关系如附表所示，因为数码管为共阳型，所以相应的输出位为0时笔段亮。

安装与调试

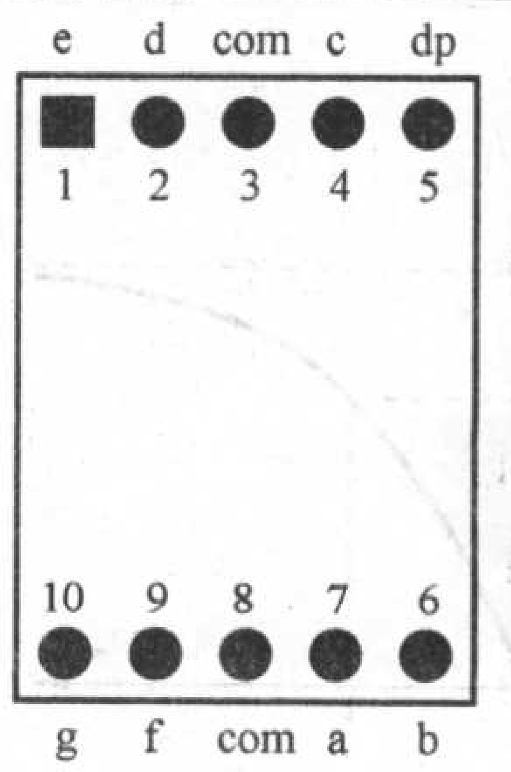


图5

本制作的双面印制电路板图见图4，也可用万能印制电路板制作。IC1用AT89C2051单片机集成电路，B1用12MHz的

CQ-80C51
单片机在线编程、仿真、实验开发平台

文 / 郝小平

本文介绍的CQ-80C51单片机在线编程、仿真、实验开发平台，除了能对具有ISP（在线编程）功能的AT89S51/52、AVR等单片机芯片进行在线编程（第一编程）外，最主要的是新增加了对不具有ISP功能的单片机芯片，如AT89C2051/1051/等芯片进行在线编程、仿真、实验的功能（第二编程），并且将在线编程、硬件仿真、实验合为一体，使开发者在开发的过程中不必来回拔插芯片就可以对80C51系列单片机进行开发和应用。该开发平台运行可靠，写入速度快(刷写一片内含4K程序存储器的AT89S51时，只需要1.5~2秒，写8K的AT89S52也只需要不到4秒)，实验时各种功能可同时使用不必切换接口。

图1是CQ-80C51的外形结构图。

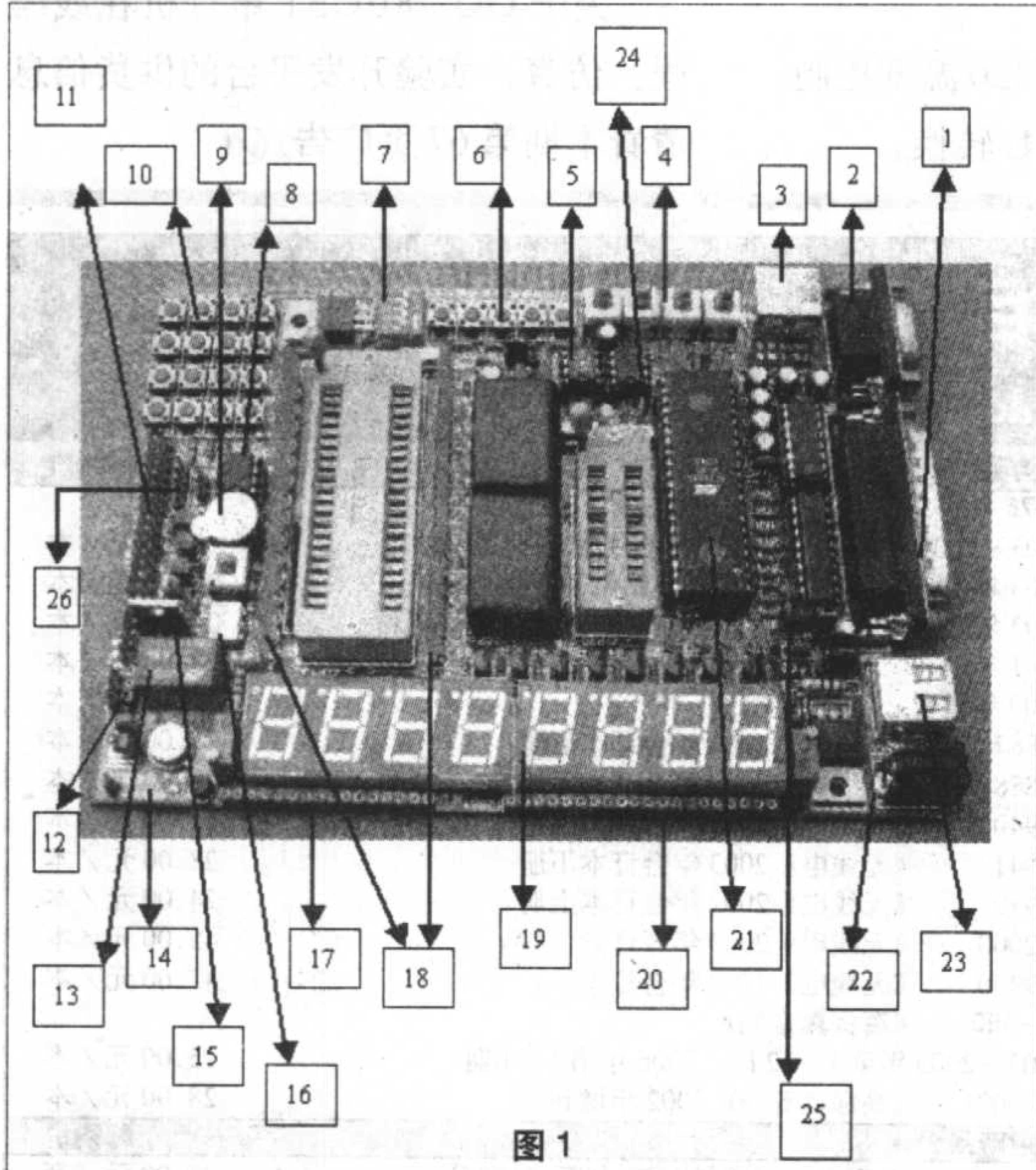


图1

该系统由配套的软件和硬件两部分组成。系统硬件安装在一块双面环氧电路板上，体积为160mm×120mm，第一编程使用并口，第二编程使用串口和上位机进行通信。

图1中各部分分别是：1.并口，2.串口，3.PS/2标准电脑键盘输入，4.系统控制按键，5.DS1302时钟芯片，6.小键盘，7.P1~P3口LED发光管显示控制，8.ADC0832模数转换芯片，9.小扬声器，10.4×4矩阵键盘，11.系统外扩口，12.DS18B20温度控制，13.继电器，14.无线数传，15.可控硅，16.光耦，17.1602字符液晶显示器插口，18.32位LED发光管，19.8位LED数码管，20.128×64点阵式汉字显示液晶屏插座，21.系统控制CPU，22.12V Vcc输入，23.USB插座，24.24CX芯片，25.红外头，26.ISP外扩。

1. 第一编程功能

这个功能可以对具有ISP功能的单片机芯片进行在线系统编程、仿真、实验，包括：AT89S51/52/53、LS51/52/53/8252、89S8252/8253；AVR系列的AT90S8515、ATmega8515、ATmega8，ATmega16、ATmega162、AT90S1200、AT90S2313、AT90S2323、AT90S2333、AT90S2343、AT90S4414、AT90S4433、AT90S4434。通过ISP外扩口，它还可以对PIC系列、ALTERA系列、XILINX系列、LATTIC系列、ARM9系列芯片编程。

2. 第二编程功能

能在线对AT89C2051/1051/4051

石英晶体，S1选用1×4的波段开关，DS1~DS3选用共阳LED数码管，数码管的引脚见图5（背面）。

安装前先将C语言源程序用Keil uVision2编译成目标文件即HEX文件，再用编程器将HEX文件写入AT89C2051芯片。本制作的C语言源程序和HEX文件见本期配刊光盘。

安装好后要进行调试，调试工作主要是通过对RP1的调节来调整基准电压，以此来校准测量精度，具体方法是：选一个经确认电感量比较准确的电感，如一只150mH的电感，将S1置于200mH挡，调节RP1使测量显示值为150。选择的电感的电感量至少要大于相应量程的一半，最好是接近满量程，这样才能使调节比较准确。该挡调试好后其他各挡也就相应调好了，如果发现某挡精度有问题可改变其相应的换挡电阻阻值进行调整。

等芯片进行编程、仿真、实验。

3．硬件仿真功能

利用SST89C58仿真监控芯片和Keil仿真软件，通过串口对系统资源进行在线仿真操作，可以单步、跟踪、全速、设制断点等操作运行程序，实现硬件仿真功能。

4．实验功能

该开发平台的实验功能很强，可以直接对40脚、20脚芯片进行在线编程、仿真、实验。此外，还增加了PS/2标准键盘的输入功能、DS1302实时时钟控制功能、红外线遥控数据传送功能、DS18B20温度控制功能，A/D转换和无线数据传送功能。具体功能如下：

（1）8位0.5英寸高亮度LED数码管显示，可动态、静态显示8位数据。

（2）128 × 64点阵式汉字液晶显示，1602字符型液晶显示。

（3）4 × 4矩阵键盘和4个小键盘输入，且具有外部中断控制功能。

（4）P0、P1、P2、P3口32个LED发光管显示，可同时显示各口的工作状态和数据，并且4个口的LED发光显示可以随意选择和组合。

（5）24CX，I^2C存储器。

（6）一路继电器控制，带有3A的一组常开常闭接点。

（7）一路小扬声器，用以输出声音。

（8）PS/2标准键盘输入，可直接用电脑键盘对单片机进行控制和输入信息。

（9）DS-1302，SPI串行实时时钟控制。它可以对年、月、日、周日、时、分、秒进行计时和控制，且具有闰年补偿功能。

（10）总线式DS18B20温度控制。

（11）ADC0832模数转换。

（12）一体化的红外线遥控和输入控制功能。

（13）无线数传功能，配有一套开扩地发射距离为300m的无线收发装置。可实现各种数据的无线传送和智能无线控制。

（14）MOC3020光电耦合器。

（15）可控硅。

（16）ISP外扩。

（17）全功能的系统外扩口。

对于系统中每种功能的使用，笔者配备了详细的使用方法及实现各种功能的样例程序，还有本文中相关的软件及详细的使用方法，大家可以到HTTP://CQDZW.3322.ORG网站上下载，进一步了解和掌握CQ-80C51的使用方法。

关于CQ-80C51单片机在线编程、仿真、实验开发平台的供货信息请看本期第67页广告。

推荐书目

品牌推荐　900102　《无线电》1955-2000年合订本（4CD-ROM）　邮购价：100.00元/套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28.00元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35.00元/本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28.00元/本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28.00元/本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00元/套
9020051	《高保真音响》2005年增刊　电子管名机赏析	28.00元/本
14021	无线电问与答精汇	41.00元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38.00元/本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35.00元/本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35.00元/本

畅销图书		邮购价
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00元/本
12897	实用报警电路	28.00元/本
12537	看图学电工技能	34.00元/本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00元/本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00元/本
12123	万用表使用技巧60例	25.00元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00元/本
12182	红外探测与控制电路	51.00元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00元/本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00元/本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00元/本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00元/本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17.00元/本
10862	I^2C总线彩色电视机软件调整手册	76.00元/本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00元/本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00元/本

强势品牌		邮购价
2-75	**《无线电》杂志及增刊**	
2003～2005年第1～12期，2006年第1～4期		6.80元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00元/本
2000年增刊		6.00元/本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28.00元/本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28.00元/本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28.00元/本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28.00元/本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24.00元/本
902000	《无线电》2000年合订本	45.00元/本
909900	《无线电》1999年合订本	42.00元/本
82-590	**《高保真音响》**	
2003～2005年第1～12期，2006年第1～4期		15.00元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28.00元/本

光盘产品		邮购价
68139	常用电子管资料汇萃（CD-ROM）	40.00元/套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40.00元/套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110.00元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38.00元/盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00元/套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108.00元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00元/套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

简单实用的“丝网印刷”工艺

文/黄培根

上期我们已经绘制好“5.5英寸小黑白电视机主板”底面铜膜走线图，如何将它转印到敷铜板的铜膜上，并且在顶面印上元件的名称、序号标注，一般厂家所用的是“丝网印刷”工艺。在业余条件下，不用厂家采用的“丝网印刷”工艺，我们也能做出与产品相媲美的印制电路板，以下介绍制作过程。

1.底层铜膜走线图的设置和打印

(1)先在Protel软件中将绘制好的“5.5英寸小黑白电视机主板”底面铜膜走线图窗口打开，如图1所示，并将左侧设计管理窗口切换在“Explorer”选项的“Documents”下。

(2)单击菜单“File/Print/Preview ”，稍等片刻，即可出现打印预览图，如图2所示。

(3)将左侧设计管理窗口切换回“Browse PCBPrint”选项，先选中该选项下的“Multilayer Composite Print”文件，再单击菜单“Edit/

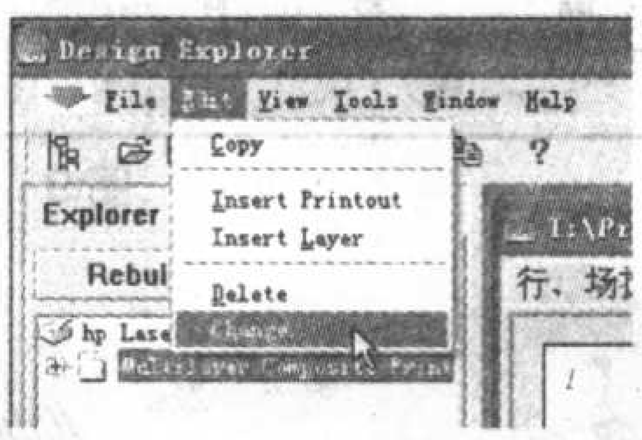


图3

Change…”，如图3所示，将出现“Printout Properties”对话框，如图4所示。

(4)在图4对话框中，先复选左侧“Options”栏下“Show Holes”和“Mirror Layer”；再单选“Color Set”栏下“Black&White”，然后逐个选中

图4

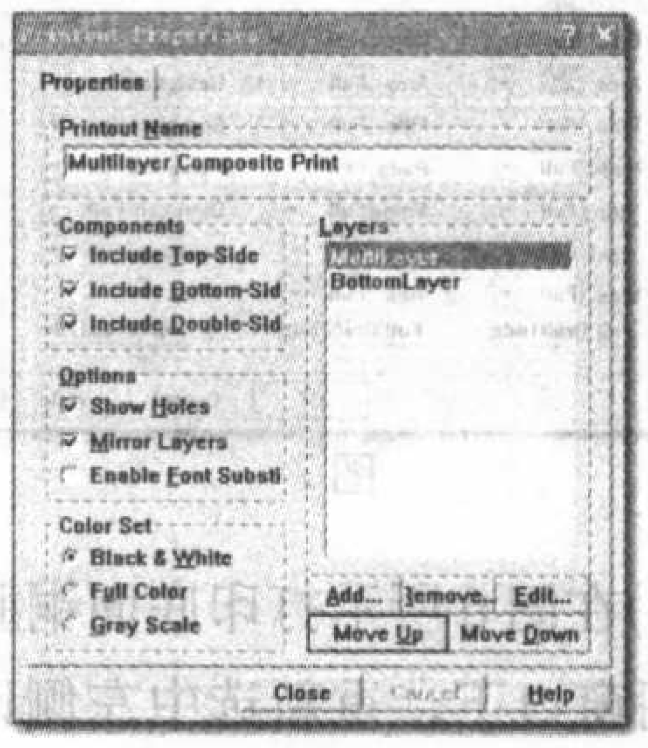


图5

右侧“Layers”栏下的“TopOverlay”和“KeepOutLayer”，按下方“Remove ”按钮将它们删除；再选中“MultiLayer”，单击“Move Up”按钮将它移到“BottomLayer”上面，如图5所示，最后单击下方“Close”按钮，即得到底面镜像铜膜走线打印预览图，如图6所示。

(5)在打印机中放入“敷腊纸”，即可打印出“5.5英寸小黑白电视机主板”底面铜膜走线图。

2.顶层元件名称、序号标注的设置和打印

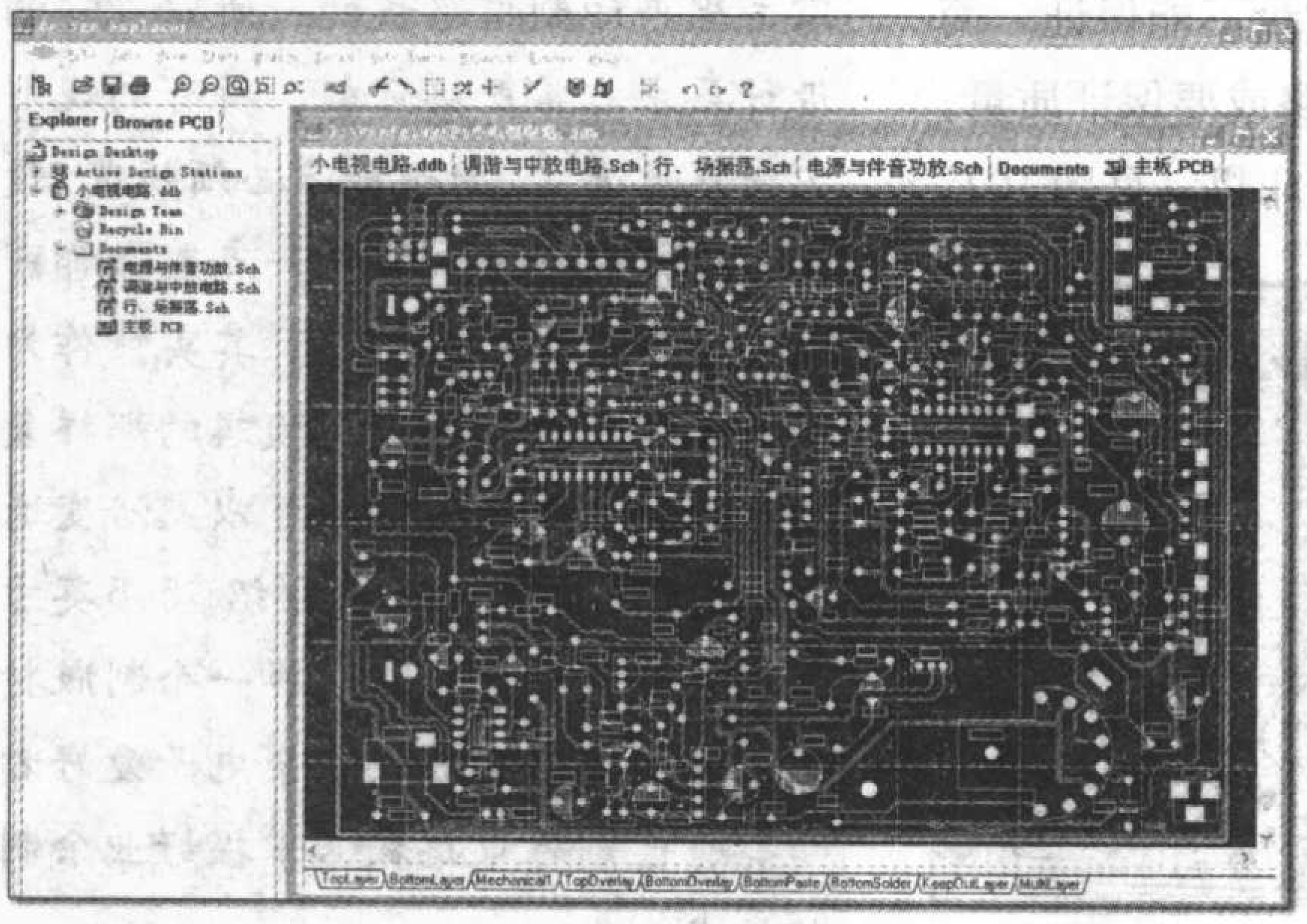


图1

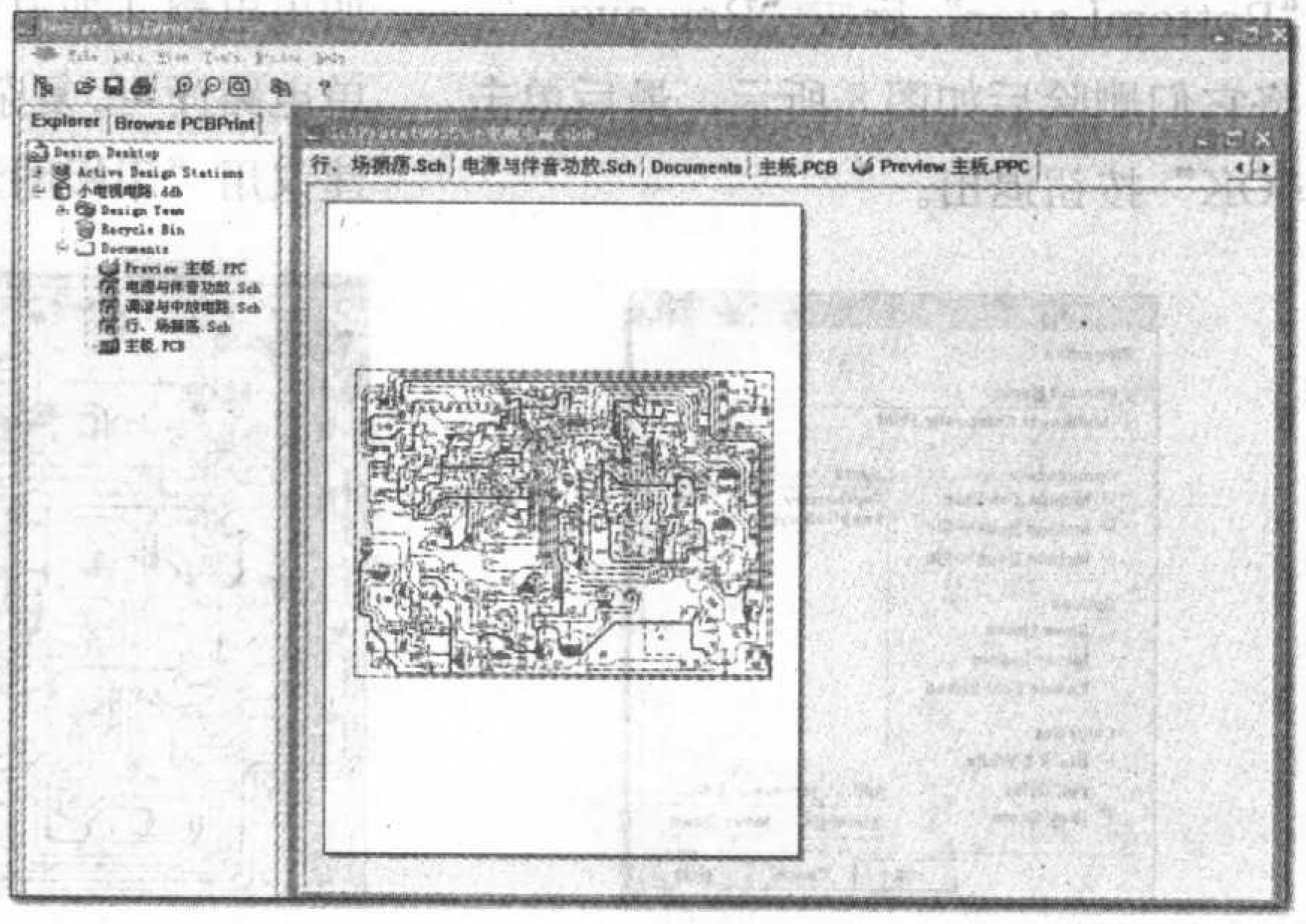


图2

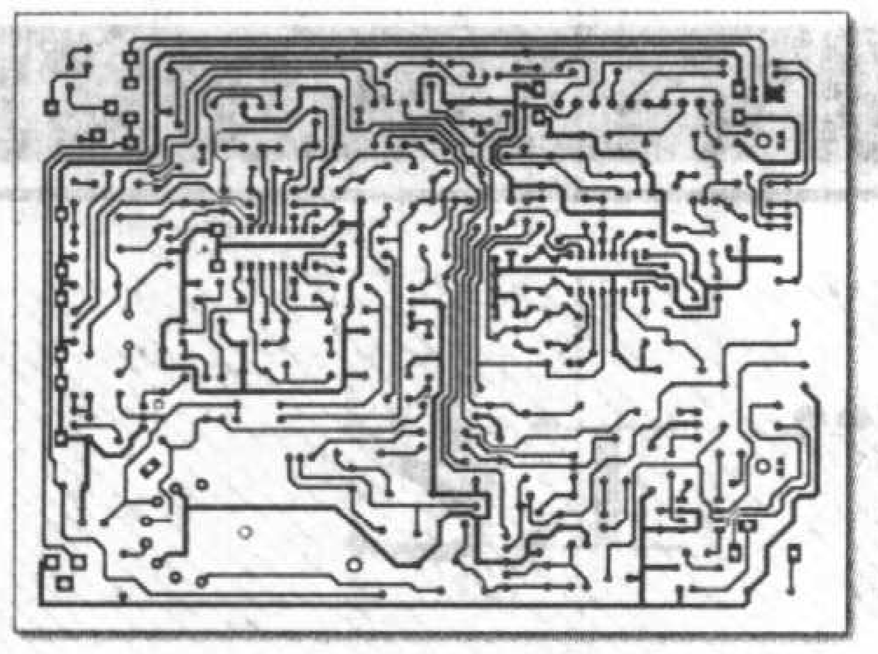


图6

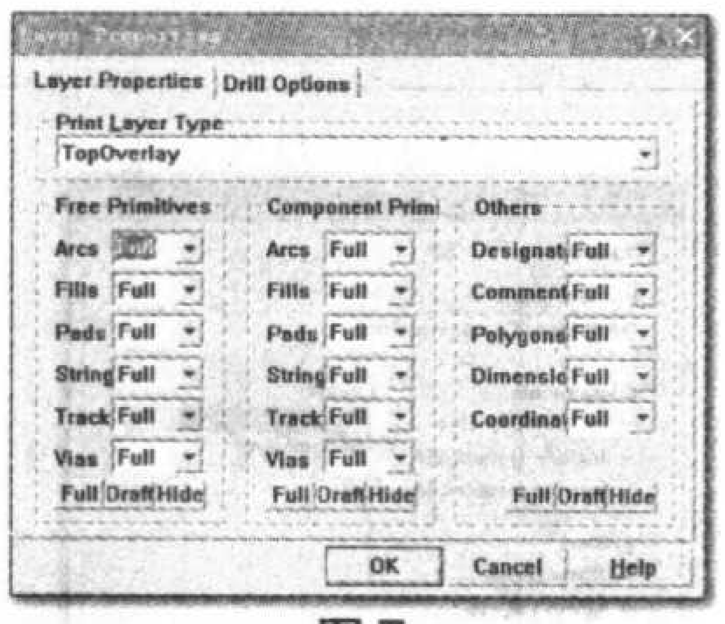


图7

(1)在图6所示打印底面铜膜走线预览图窗口下，重新选中左侧设计管理窗口“Browse PCBPrint”选项下的“Multilayer Composite Print”文件，再单击菜单“Edit/Change…”，再次出现图4对话框，将该对话框中左侧“Options”栏下的“Show Holes”和“Mirror Layer”两项复选去除，再单击下方“Add…”按钮，将出现如图7所示对话框。

(2)在图7所示对话框中，单击“Print Layer Type”栏下的下拉箭头，分别选取“TopOverlay”和“KeepOutLayer”后按“OK”，将它们加入图4对话框右侧的“Layers”栏下，然后再分别选取“MultiLayer”和“BottomLayer”后按“Remove…”，将它们删除后如图8所示，最后单击“OK”按钮退出。

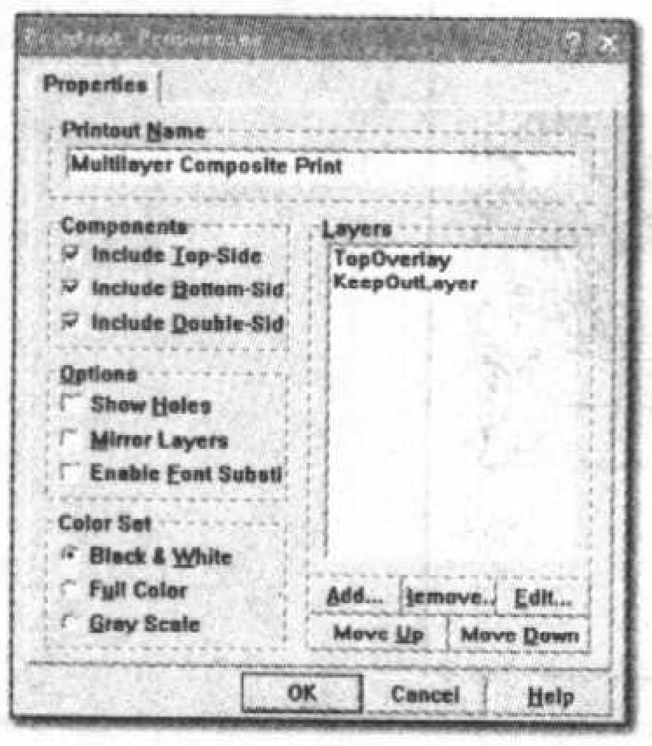


图8

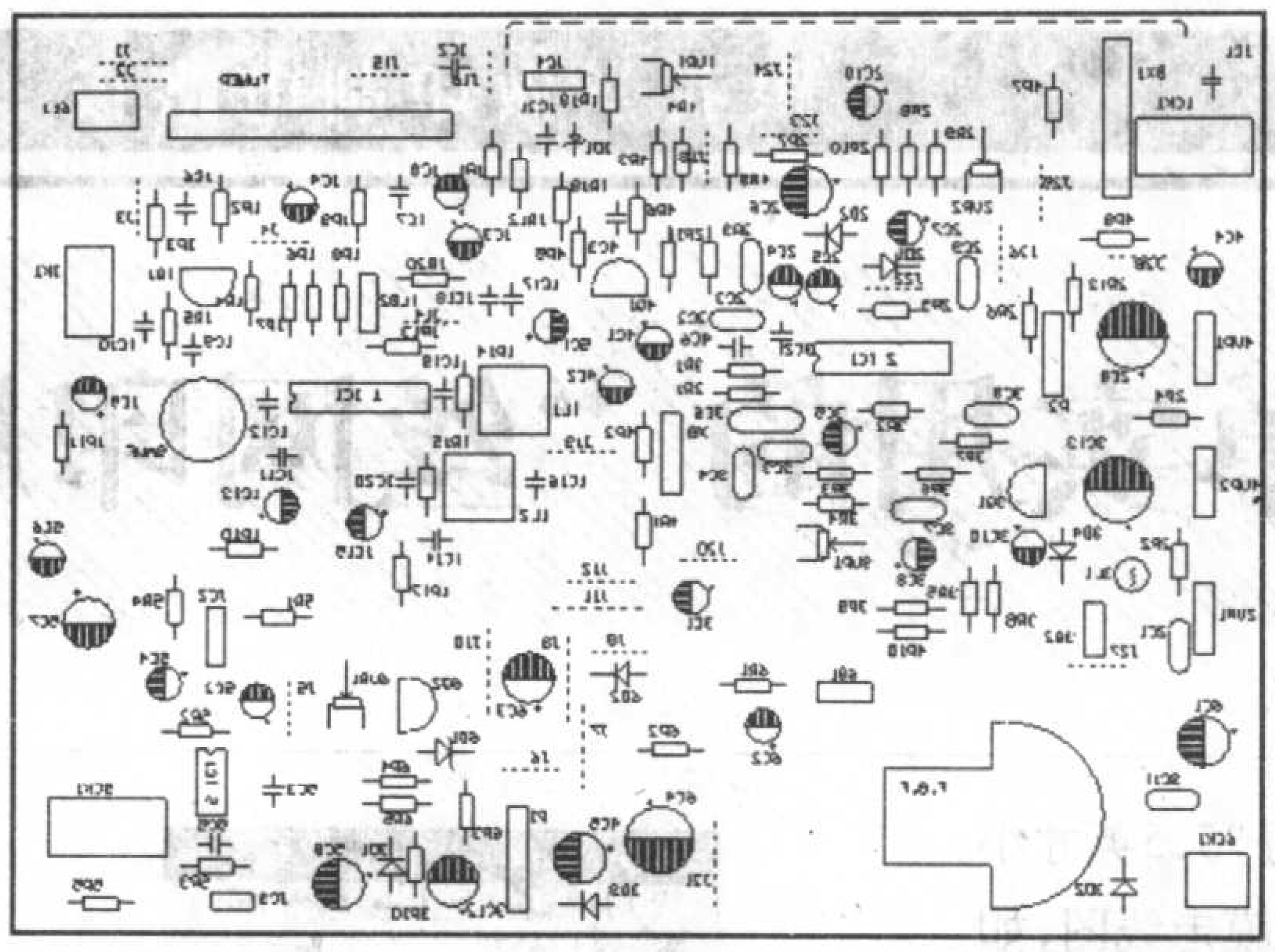


图9

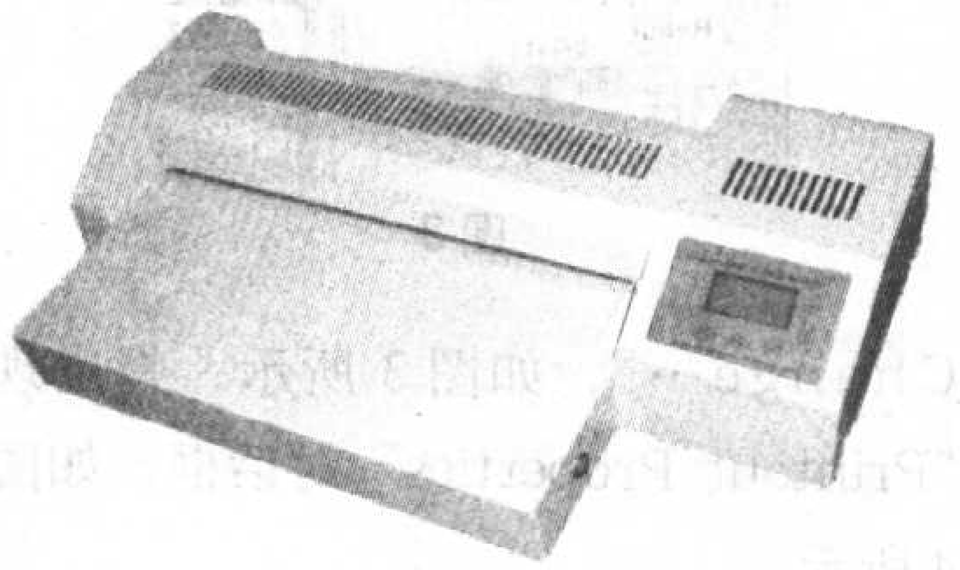


图10

(3)稍等片刻将出现“顶层元件名称、序号标注”打印预览如图9所示。

(4)如在打印机中放入“敷腊纸”，即可打印出“5.5英寸小黑白电视机主板”的顶层元件名称、序号标注及板框图。

3.转印、腐蚀、钻孔制作电路板

将打印在“敷腊纸”上的“5.5英寸小黑白电视机主板”底面铜膜走线图和顶层元件名称、序号标注及板框图分别对准，覆盖在敷铜板的两面，放入“印板图形转印机”中加温转印(注:如用电熨斗加温，质量不能保证，简单电路尚可，复杂电路或要保证质量，建议用“印板图形转印机（见图10)”或“照片塑封机”)，然后腐蚀、钻孔，即可得到非常漂亮的、顶层印有元件名称和序号图的敷铜板，如图11所示。

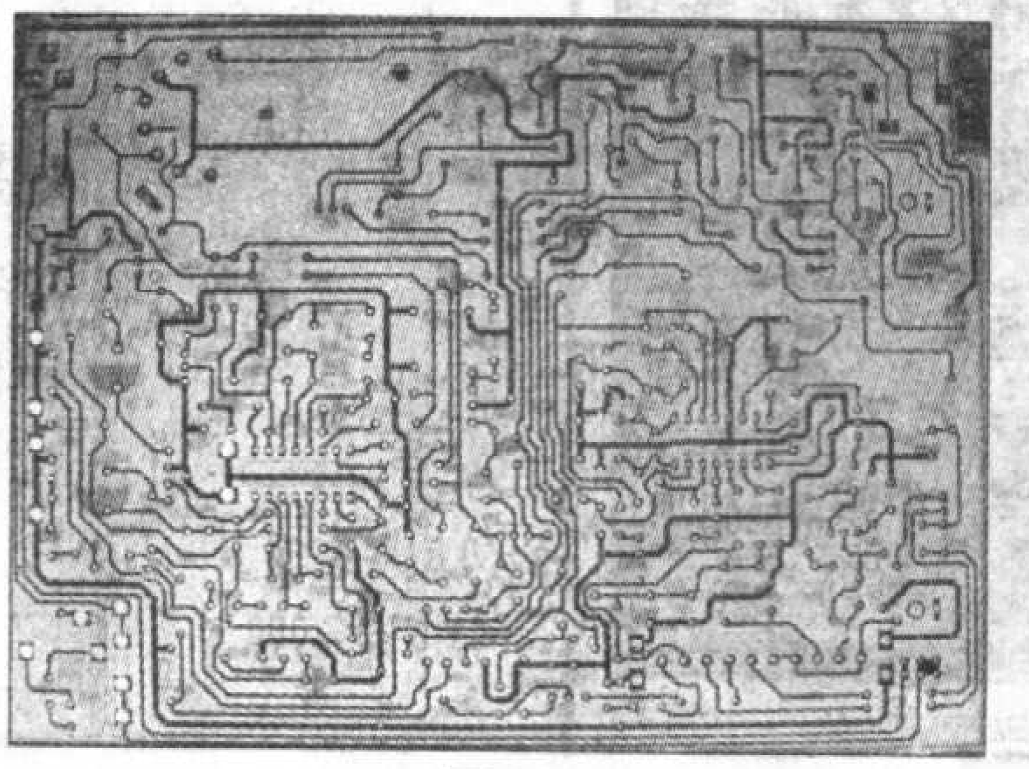


图11

结束语

《跟我学做印制电路板》系列文章已全部载完，由于篇幅所限，有些地方叙述可能不够严谨，许多知识没有交代清楚。但从初学者快速掌握业余制版角度考虑，为了节省篇幅，采用了就事论事、实用主义的方法。Protel PCB技术是一门非常有用的实用技术，作为广大电子爱好者来说，掌握PCB制版技术，是一项基本功，大则将来有可能从事专业的电路板设计工作，小则可以业余做些设计制作。用Protel PCB技术制版与以前业余电子爱好者用手工刻划敷铜板的原始工艺制版相比有天壤之别。但由于种种原因，许多电子爱好者并非不想学习PCB制版，一是由于Protel技术功能太强大了、程序规则太多了，二是由于Protel书籍介绍的东西太全面了、内容太丰富了，以至于初学者驻足于Protel前无所适从。另外，大多数Protel书籍都是为专业设计电路板考虑的，最后的PCB文件也是交给厂家去生产印制电路板的，所以，它的设计要求非常严格苛刻，所有的规则必须严格遵守，图纸标注必须规范，设计必须严谨严密，任何一点差错都可能导致设计和制版失败。其实，作为业余学习制版，并没有预想的那样复杂，有许多步骤和方法可以灵活变通使用。本系列文章通过介绍“5.5英寸小黑白电视机主板”这样一个制版特例，希望帮助更多的业余电子爱好者学会自己制作电路板，掌握好业余制版技术。

Proteus 仿真软件中虚拟频率计的使用

文 / 李军斌

在单片机电路的设计和调试中，我们有时要用到频率计对电路中的开关信号进行计数，或者测量电路中某信号点的信号频率。Proteus单片机仿真软件中也有虚拟的频率计，这就方便了在用 Proteus 仿真软件进行单片机电路仿真设计时，对我们所关注的信号点进行信号的计数和频率的测量。

以下面一段程序为例来介绍Proteus 中虚拟频率计的使用方法。

```
;这是一段让51单片机的定时器0产生1ms方波和定时器1计5次数的程序
;51单片机的定时器0的方波由其P0.0(39脚)输出,定时器1的计数信号由P3.5(15脚)输入
;当51单片机的定时器1的计数值满后,在中断服务程序中产生给虚拟计数器2的复位端(RST)复位的信号,这个信号由51单片机的P2.1(22脚)送出
        ORG  0H
        JMP  BEGIN
        ORG  0BH  ;设置定时器0的中断入口地址
        JMP  T0_INT
        ORG  1BH  ;设置定时器1的中断入口地址
        JMP  T1_INT
BEGIN:
        MOV SP,#60H   ;设置堆栈
        MOV  TMOD,#01010001B
;设置T0和T1均为工作模式1,T0定时, T1计数
        MOV  IE,#10001010B
        ;允许定时器1和0的中断请求
        MOV  TL0,#24
        ;(65536-1000).MOD.256 定时时间为1ms
        MOV  TH0,#252
        ;(65536-1000)/256
        SETB  TR0
        ;定时器0开始1ms定时
        MOV  TL1,#251
        ;(65536-5).MOD.256  计数的次数为5
        MOV  TH1,#255
        ;(65536-5)/256
        SETB  TR1
        ;定时器1开始计数
LOOP:   LJMP  LOOP
;在本条语句循环, 等待中断产生
T0_INT: MOV  TL0,#24 ;定时器0的中断服务程序
        MOV  TH0,#252
        CPL  P0.0
        RETI
T1_INT: MOV  TL1,#251
        ;定时器1的中断服务程序
        MOV  TH1,#255
        CPL P2.1
        CPL P2.1 ;让P2.1反转两次,以便在该口产生给Proteus的虚拟计数器2的RST端清零的脉冲信号
        RETI
        END
```

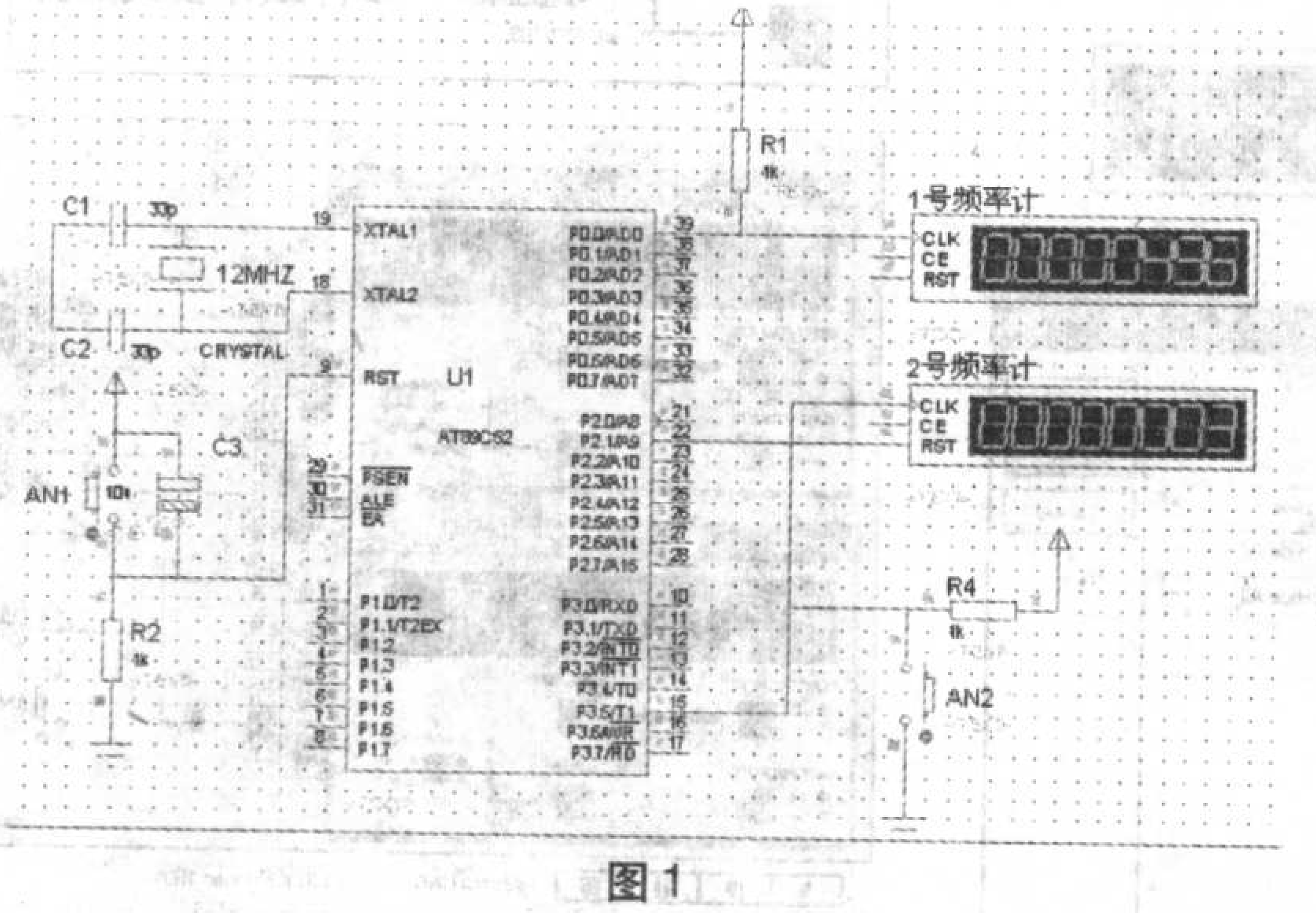


图1

（图中所画电路元件为该软件自带，非国家标准）

图1是在Proteus中绘制的电路图，从图1中可以看到在电路图中使用了两个虚拟频率计，其中1号频率计的信号输入端（CLK）接至51单片机的P0.0脚，用于对该脚输出的脉冲信号进行频率测量或者输出脉冲个数的计数。

2号频率计的信号输入端（CLK）接了一个按钮开关（AN2），这个按钮开关的作用是把开关信号同时送给51单片机的计数脉冲输入端T1（P3.5脚）和2 号频率计的信号输入端（CLK），让它们一起对该按钮产生的开关信号计数，以验证它们的计数功能。另外，还把2号频率计的复位端接至单片机的P2.1脚，目的是当单片机T1的计数值满后将产生中断，在中断服务程序中让P2.1引脚送出跳变信号使2号频率计复位，从而同时验证了51单片机的T1计数值满后溢出

产生中断和2号频率计的复位功能。

下面说一下Proteus中虚拟频率计的设置和使用。

如何在Proteus中设置虚拟频率计？首先用鼠标点击Proteus设计工具栏DesignToolbar（如果该工具栏没有在屏幕的上部出现，可以在“View/Toolbar...”中设置出来）中的仪表工具按钮，这时在屏幕的左侧将出现Proteus自带的虚拟仪器列表（见图2），用鼠标点击其中的COUNTER TIMER就选中了频率计，此时就可以在电路图中的适当位置用点击鼠标的方法放置频率计了。

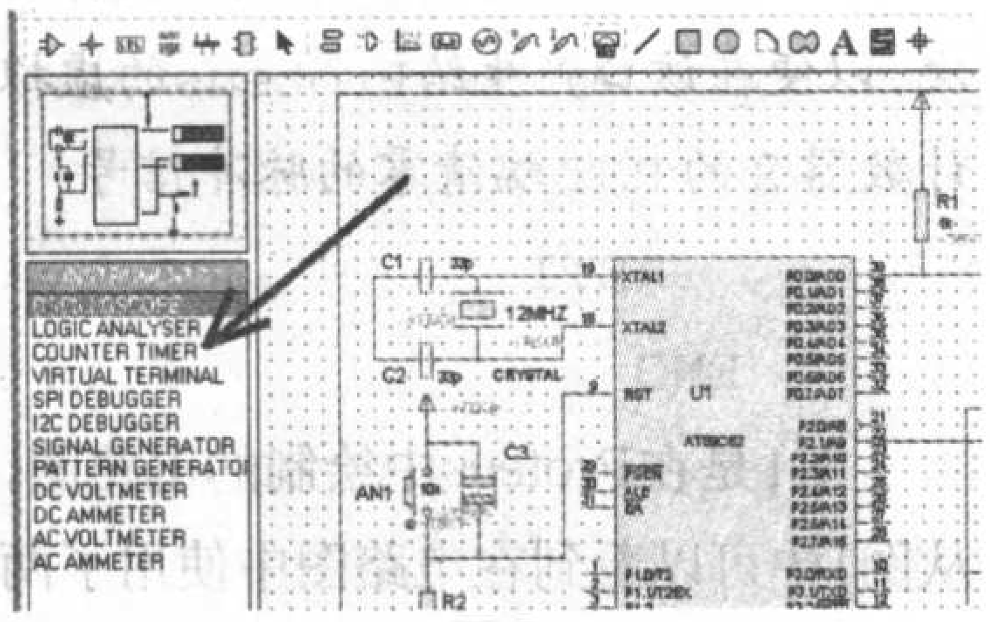


图2

如何在Proteus中使用虚拟频率计呢？首先看图3，我们注意到这是一个8位的频率/计数计，它只有3个引脚，自上而下依次是信号输入端（CLK）、使能端（CE，高电平或悬浮时频率计工作）和复位端（RST）。在没有开始运行仿真的情况下，我们可以用鼠标对准频率计先右击，后左击，就可以打开频率计的功能设置对话框（见图4）。

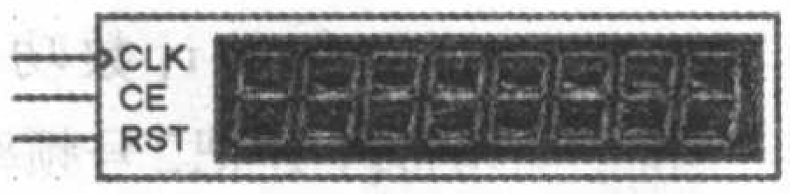


图3

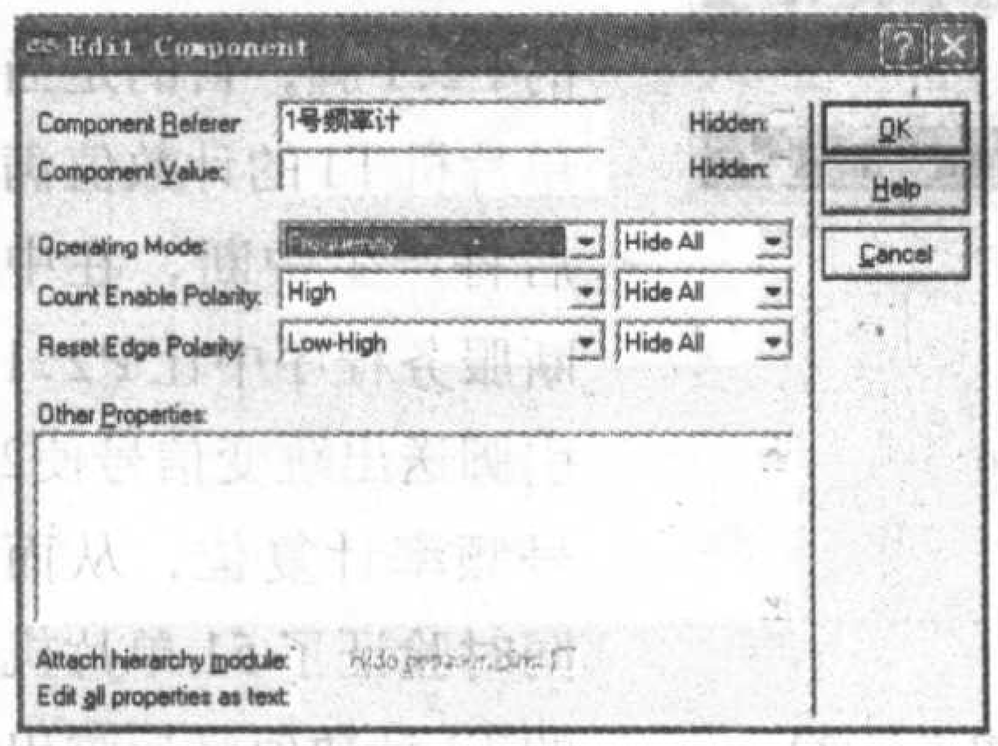


图4

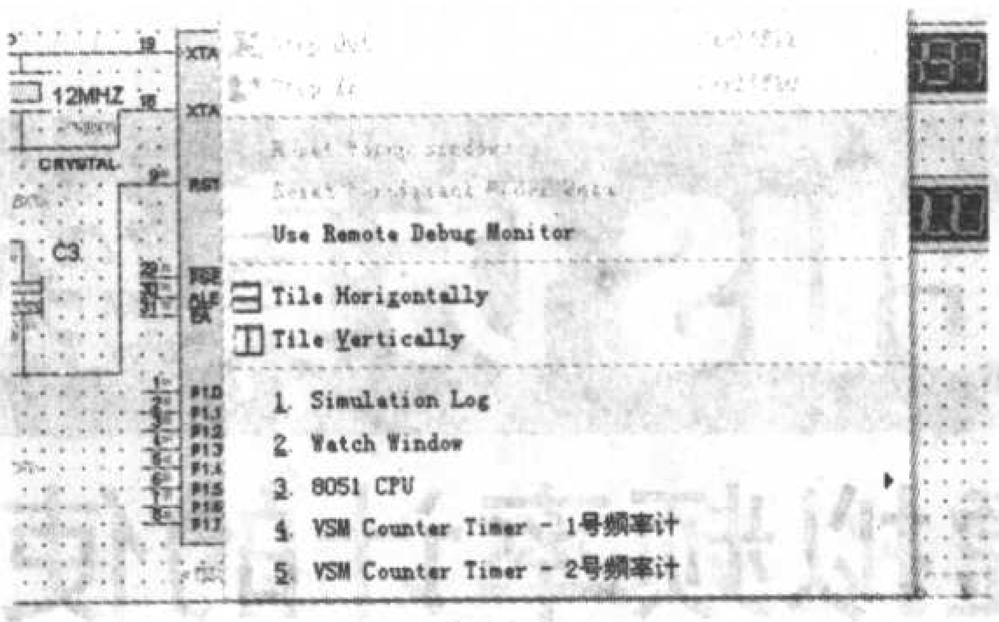


图5

如果你已经开始运行仿真程序，也可以在仿真过程中对频率计进行设置。方法是：首先用鼠标点击文件菜单的Debug，调出其对应的菜单（见图5），接着在这个菜单中用鼠标点击你需要设置的频率计，打开对应的频率计设置窗口（见图6），在这个窗口中，一方面适时显示着当前的测试数据，另一方面还有几个按钮供你对频率计的功能进行在仿真运行过程中的设置，它们分别如附表所示。

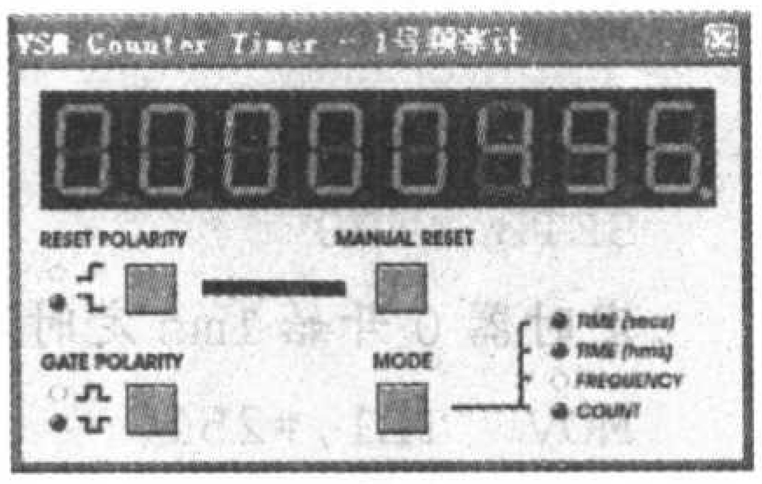


图6

附表

RESET POLARITY	复位跳变方式选择
MANUAL RESET	手动复位
GATE POLARITY	输入信号电平选择
MODE (TIME (secs), TIME (hms), FREQUENCY, COUNT)	四种工作模式选择

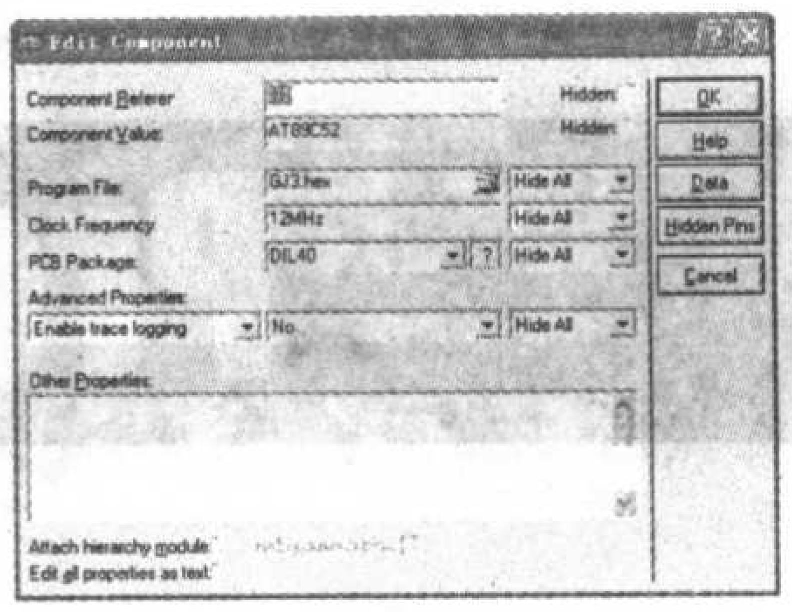


图8

以上介绍了虚拟频率计的放置和使用方法，下面请看图7，它展示了仿真程序在运行中同时打开两个频率计设置窗口的情景。

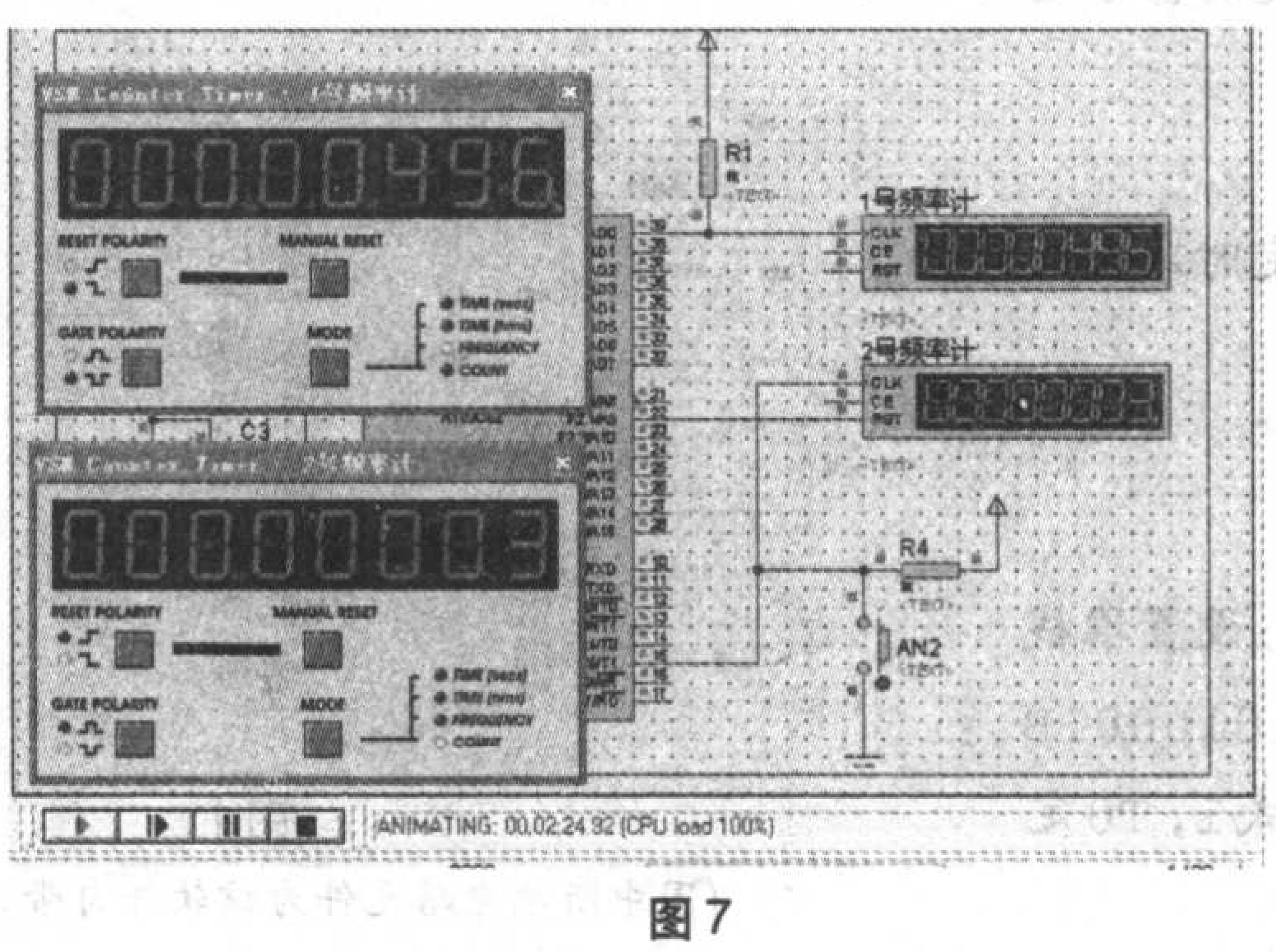


图7

其中1号频率计的数码显示窗口显示的是51单片机的定时/计数器T0在P0.0端输出的脉冲频率(496Hz，这个数据不是理论上的500 Hz，因为中断服务程序也要占用时间，因而略微降低了一点频率)。当然你也可以按动工作模式选择按钮对它输出的脉冲进行计数；2号频率计的数码显示窗口显示的是该频率计计到的由按动开关AN2产生的开关信号数。

最后需要说明的是，如何让源程序经过汇编无误后产生的HEX格式的文件来控制这个Proteus仿真电路的仿真运行。方法是：首先把鼠标对准电路图中的51单片机，然后用鼠标先右击，后左击它，这样就打开了如图8所示的对话框，在这个对话框的Program File的小窗口中填入HEX格式的文件路径和文件名，然后按 OK 键，关闭该窗口，然后再按Proteus主窗口下方的仿真运行键，就开始仿真了。

本文介绍的Proteus电路仿真文件、软件的源程序、目标程序均放于本期配刊光盘中，读者可以方便地体验Proteus中虚拟频率计的使用方法和使用效果。

用 Ultiboard 7 制作印制电路板

文/路 平

Ultiboard 软件是电子仿真软件multiSIM的配套软件，与Protel 99 SE软件设计印制电路板相比，Ultiboard主要有元器件封装形式丰富、针脚式元器件封装形式多达3000种等优势。电子仿真软件multiSIM 7设计的电路内容虽然可以无缝链接到Ultiboard 7软件进行印制电路板绘制，但是全面系统地掌握多层板、自动布线等设计技术并非易事。笔者通过本文为您介绍使用Ultiboard 7在业余条件下制作单面印制电路板的方法。

Ultiboard 7试用版软件将在本刊今年第8期杂志的配刊光盘中提供给读者。

一、如何直接从Ultiboard 7软件的元件封装库中调用元件

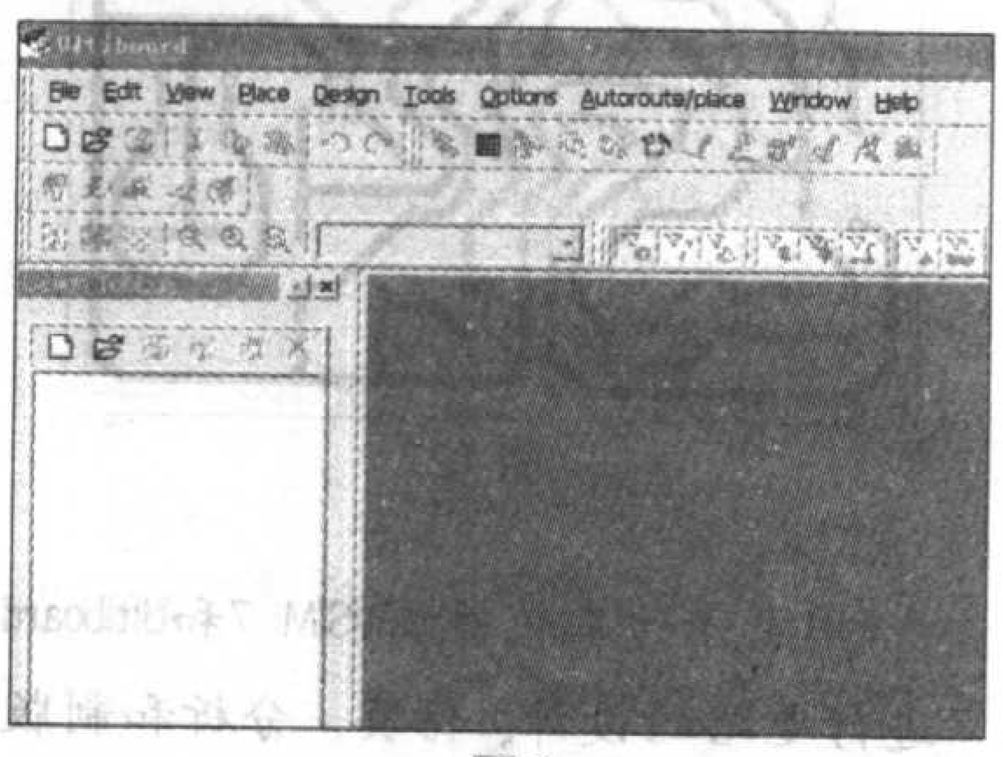


图1

双击Ultiboard 7 Demo软件的快捷键图标，即进入它的操作界面如图1(仅截取左上角局部)所示。

单击菜单“File/New…”，出现

图2

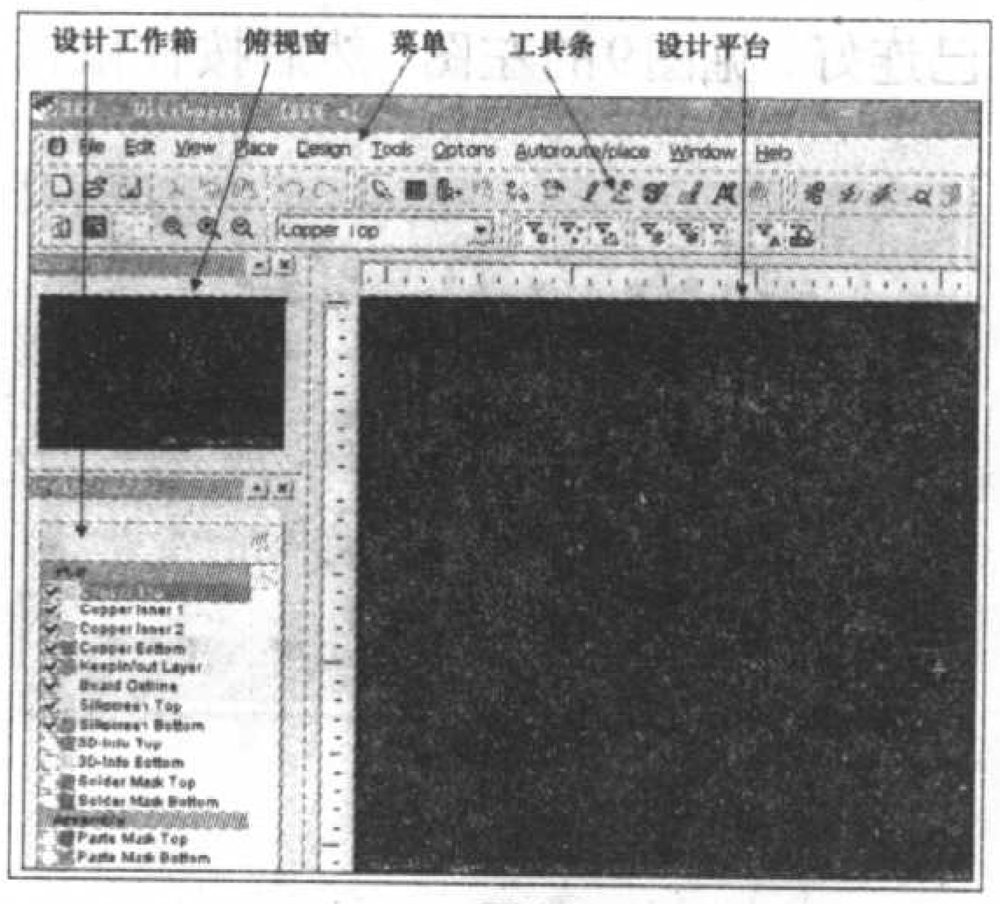


图3

如图2所示对话框。

在“Project name”栏中要求输入某个设计工程名称，如“XXX”，单击下方“OK”，进入设计窗口如图3所示，设计窗口主要由菜单栏、工具条、设计平台、俯视窗和设计工作箱等部分组成。

单击菜单“Place/From Library…”，即可打开Ultiboard 7的元件封装库“Get a part from the library”对话框。

单击该对话框左侧“Library”栏下“Ultiboard Master”前方的“+”号，在出现的4项子目录中，单击“Through Hole Technology Parts”前方的“+”号，将出现我们常用的90多类针脚式元器件子目录。每选中其中的一种，在对话框中间的“Available Parts”栏下就会列出许多具体的元件封装形式，比如我们要调出塑封三极管9013的封装，可在“Through Hole Technology Partes”的子目录中找到“Thyristors&FET's/Transistors/TRA-TO92-1X”，右侧预览框中可以看见塑封三极管9013的封装形式，如图4所示。

单击下方“OK”按钮，将弹出

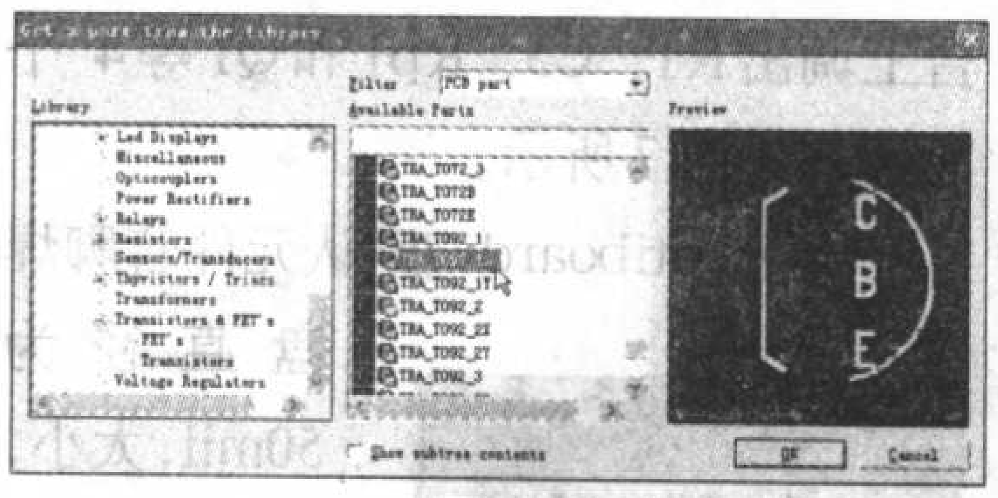


图4

“Enter Reference Designation for Component”对话框，其中“REFDES for shape TRA_TO92_1X”栏下的“Q1”表示刚才选取的元件的外形序号，可以更改；“VALUE”栏中可以输入元件的值，但不能在图上显示出来，再单击“OK”按钮退出。

三极管的封装形式调入Ultiboard 7的PCB设计窗口中后，可继续放置三极管，不需要时按“Cancel”，退回上级对话框另选元件，元件放置完成按“Cancel”退出，如图5所示。其他

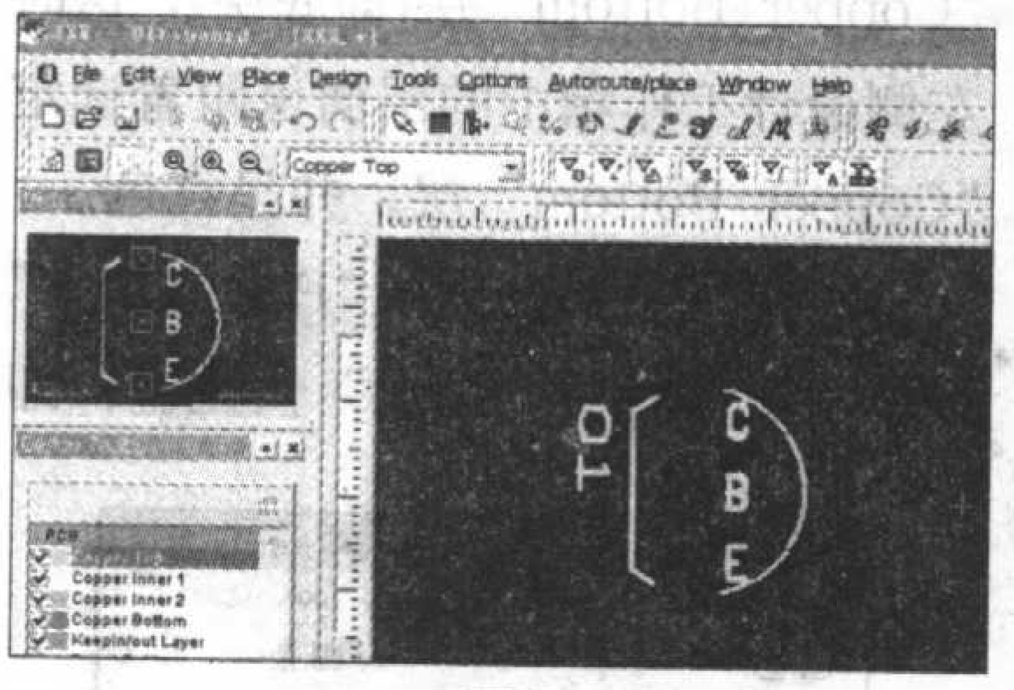


图5

元件调出方法相同不再一一赘述。

要对元件进行删除、转向等操作，先将鼠标移到元件右下角，按住鼠标左键向左上角移动，框选元件后元件四周有黄色虚线框，如图6所示。再用鼠标右

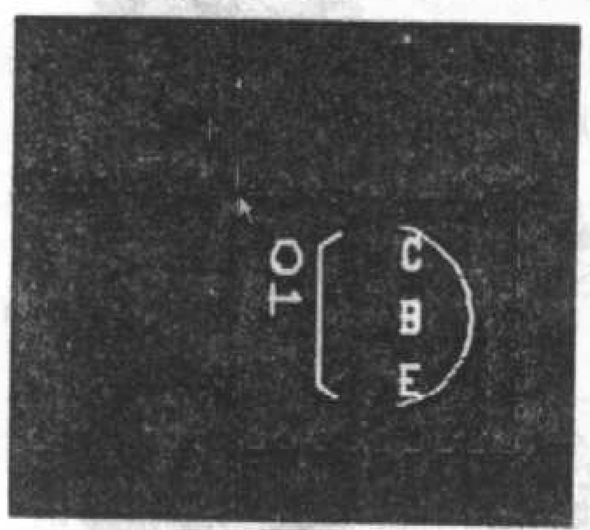


图6

击元件，将出现快捷菜单，可选取“Cut”或选 “Orientation”，再在其下级菜单中选取转向操作。

二、在Ultiboard 7中直接手工绘制底层铜膜走线图

假若我们已在设计窗口的工作平台上调出R1、C5、Rp1和Q1等4 个元件，如图7所示。

由于Ultiboard 7默认元件管脚焊盘直径为50mil，太小，不适用于业余条件下用直径0.8mm的钻头钻孔。可以用下面方法修改：比如双击R1的管脚焊盘，弹出对话框，将左下方“Pad Size”栏的“Pad Diameter”右侧改成80.00000，再按下方“确定”退出。

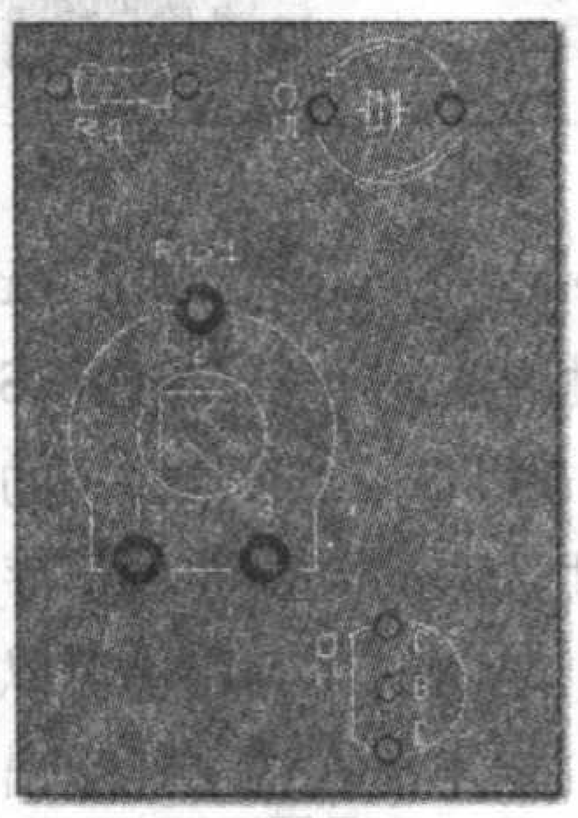


图7

用鼠标单击工具条中窗口的下拉箭头，如图8所示，将下拉层面选在“Copper Bottom”层(即底层)，这时左侧设计工作箱中的层面也跟着选定“Copper Bottom”层，并呈红色。

再用鼠标单击菜单“Place/Line”或单击工具栏中“画线”快捷键，即

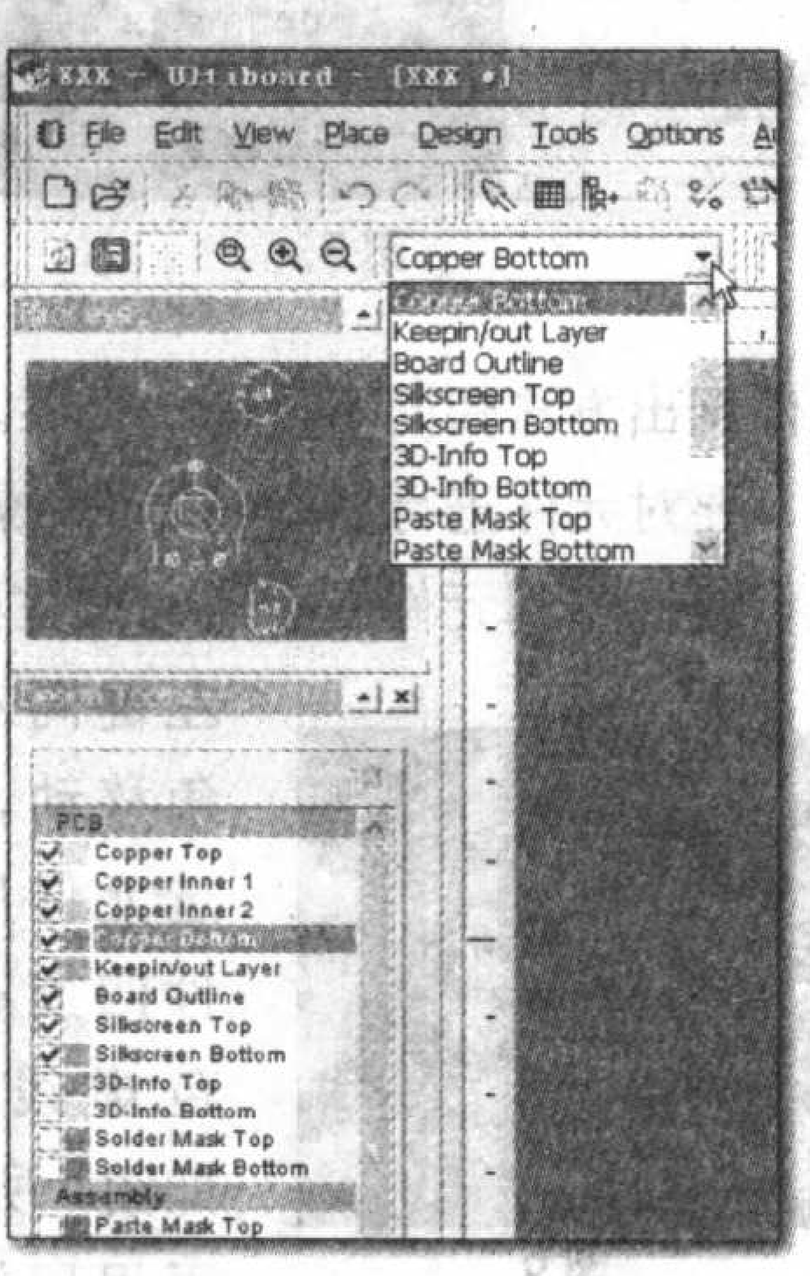


图8

可调出“画线”进行绘铜膜走线。

先在图7中的R1附近空白处单击鼠标左键即可拉出一条红线，然后将鼠标移到要绘线元件管脚焊盘(见电阻R1的右脚)，再单击鼠标左键。当元件管脚焊盘出现红色圆环时才表示该点已连好，见图9的左图，然后按住鼠标

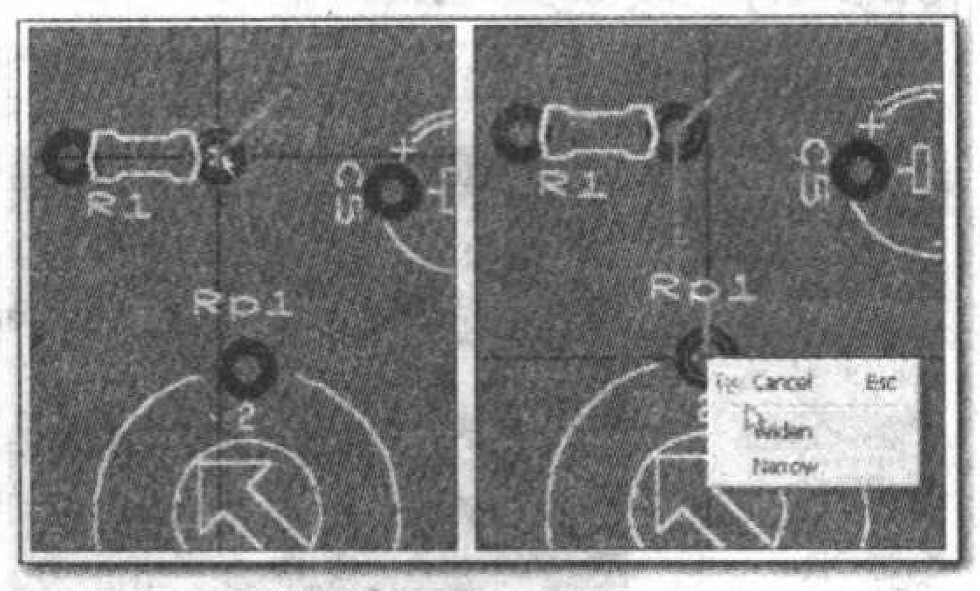


图9

左键向下继续连线，连线需拐弯时，单击鼠标左键后可继续走线，到达电位器Rp1的管脚焊盘，再次单击鼠标左键出现红色圆环，表示这两处已连好线。然后单击鼠标右键，在出现的快捷菜单中选取“Cancel Esc”，可继续对其他焊盘连线操作，见图9的右图所示。如需中止连线操作，应再次单击鼠标右键选取“Cancel Esc”退出。若在快捷菜单中选取“Widen”或“Narrow”可改变连线粗细。

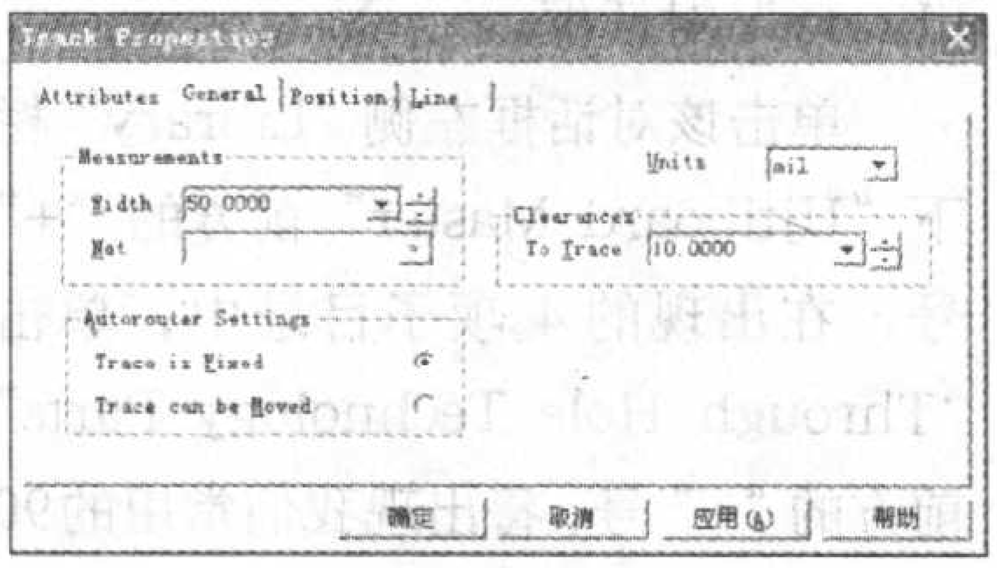


图10

如要删除多余的连线或错线，用鼠标右键单击该连线会出现黄色虚线，按下键盘上的“Delete”键或直接按鼠标右键选择下拉菜单的“Cut”项即可将其删除。

由于Ultiboard 7默认连线宽度为10mil，太细，不适合业余条件下制版，可双击所绘导线，出现图10所示“Track Properties”对话框，在“General”页下，将“Measurements”栏下的“Width”栏数据改成30mil，按“确定”即可。

三、用Ultiboard 7设计信号源电路印制板实例

前几期我们设计了一个完整的简易信号源电路，现将它的所有元件封装参考资料列在附表中(电路图参见2006年第4期)。

打印出的焊接图及打印在“敷腊纸”上底层铜膜走线图分别如图11、图12所示。

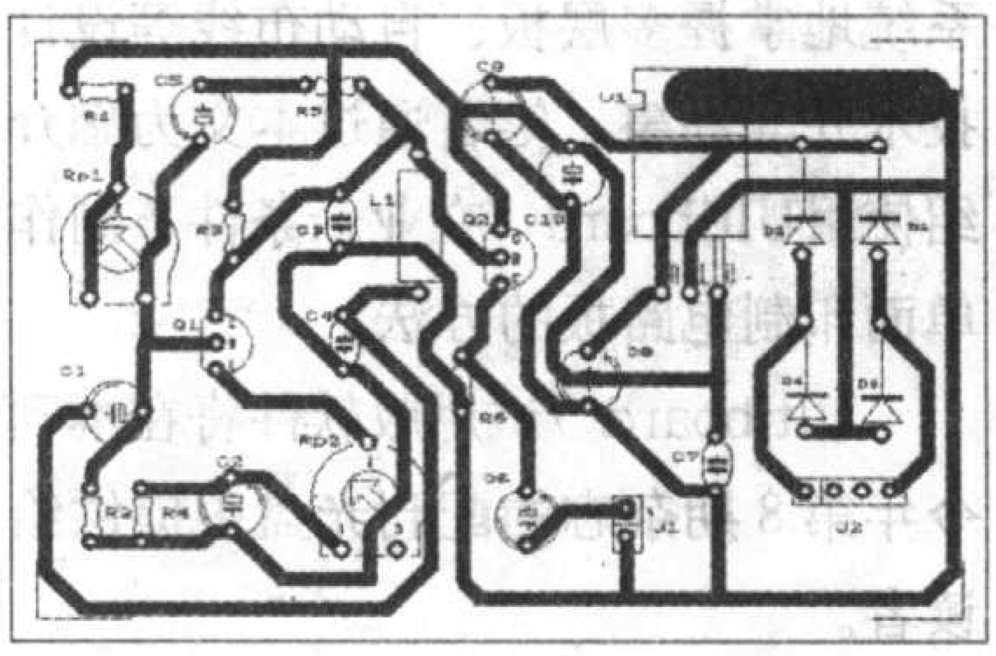


图11

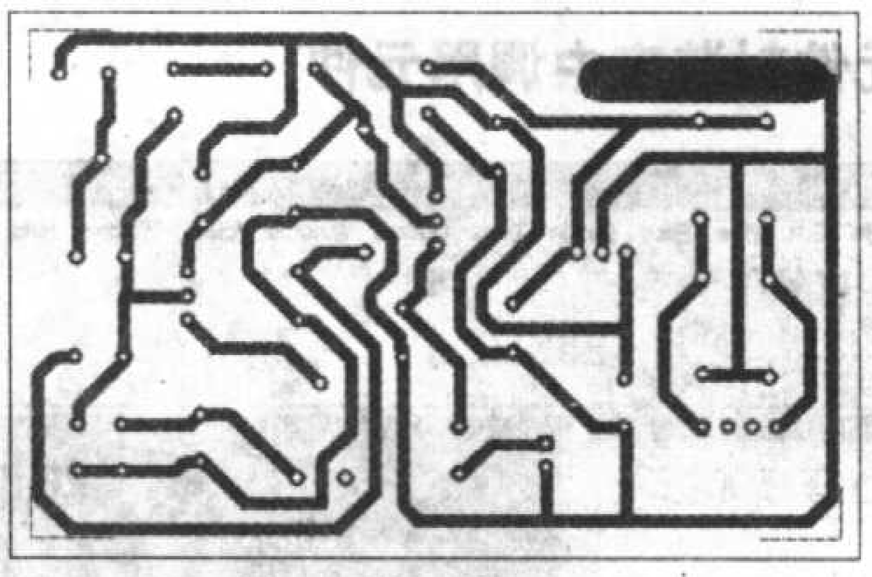


图12

用电子仿真软件multiSIM 7和Ultiboard 7进行电路的设计、仿真、分析和制版的方法读者可以参考近几期杂志配刊光盘中的视频教程进行学习。读者也可登录WWW.TTLCMOS.COM网站查询与本文有关的详细内容。

附表（注：表中元件符号为软件默认，非国家标准的元件符号）

名称	符　号	封　装　形　式
电阻	R1～R6	Resistors/Vorious/R0204R5
电解电容	C1～C2、C5～C6	Capacitors/Electrolytic/ELKO5R5
电解电容	C8～C10	Capacitors/Electrolytic/ELKO5R5
涤纶电容	C3、C4、C7	Capacitors/Ceramic/plastic/KERKO4X3R5
电感	L1	Inductors/HF-Devices/FEP10X4R12
电位器	Rp1、Rp2	Resistors/Potentiometers/TRIPOT10X5H
二极管	D1～D4	Diodes/DIO9X4R10p
三极管	Q1、Q2	Thyristors&FET'· s/Transistors/TRA-TO92-1X
稳压器	U1	Voltage Regulators/78XXH
接插件	J1	Connectors/SIL' s&Headers/SIL2
接插件	J2	Connectors/SIL' s&Headers/SIL4

彩色显示器亮度故障维修一例

文/朱庆智

一台17英寸的神舟MS70G纯平彩色显示器，开机后亮度很高，随后无光，再开机反复如此。

故障检修：根据故障现象分析，故障范围应该在亮度控制电路或显像管供电电路。开机检查发现行输出附近有一处烧焦，线路板发黑，一个电阻被烧断（见图1），检测判断为亮度控制电路部分有故障。由于该处电阻已烧断，估计还可能有其他元件损坏，于是对该部分进行仔细检测，结果发现VT622、VD612同时损坏，全部因为击穿短路，其他元件无损坏，损坏的电阻是栅极供电限流电阻。对照实物画出该部分原理图（见图2），烧坏的电阻线路板标识为R697，已无法分辨其阻值。用另外一台同型号显示器对照后，查明R697阻值为4.7kΩ。如无法查明原阻值可用几十千欧的电阻试换，根据亮度调整情况适当增减，阻值大则该处负电压低，显像管亮度增大，阻值小则负压高，显像管亮度减小。将以上元件换新后故障排除。其中二极管VD612型号为HER105，1A/500V、50ns，为超高速快恢复二极管。

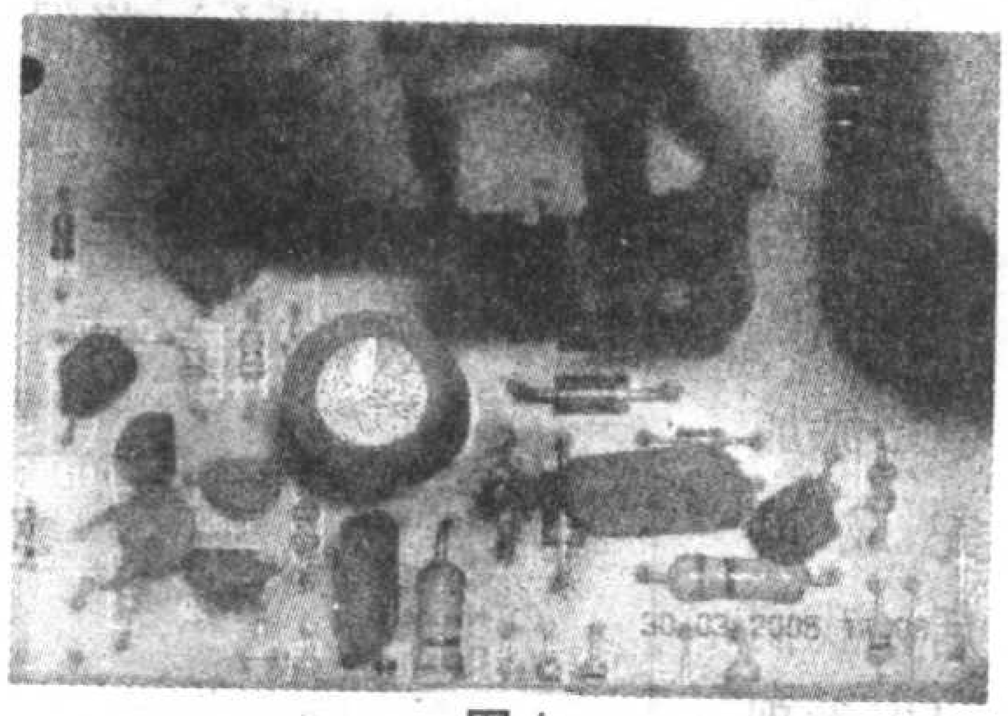


图1

检修原理简述：该电路是改变G1的控制电压来调整显像管亮度，由行输出3脚（面对线路板背面逆时针方向排列）输出电压经VD611、C642整流滤波后，再经R697限流后输出−160V控制电压。当调整亮度时，由IC301输出控制信号，在A点电压变化，最亮为2.5V，最暗为2.25V，B点电压变化为最亮7.5V，最暗8V，G1电压变化为最亮约−25V，最暗约−42V。

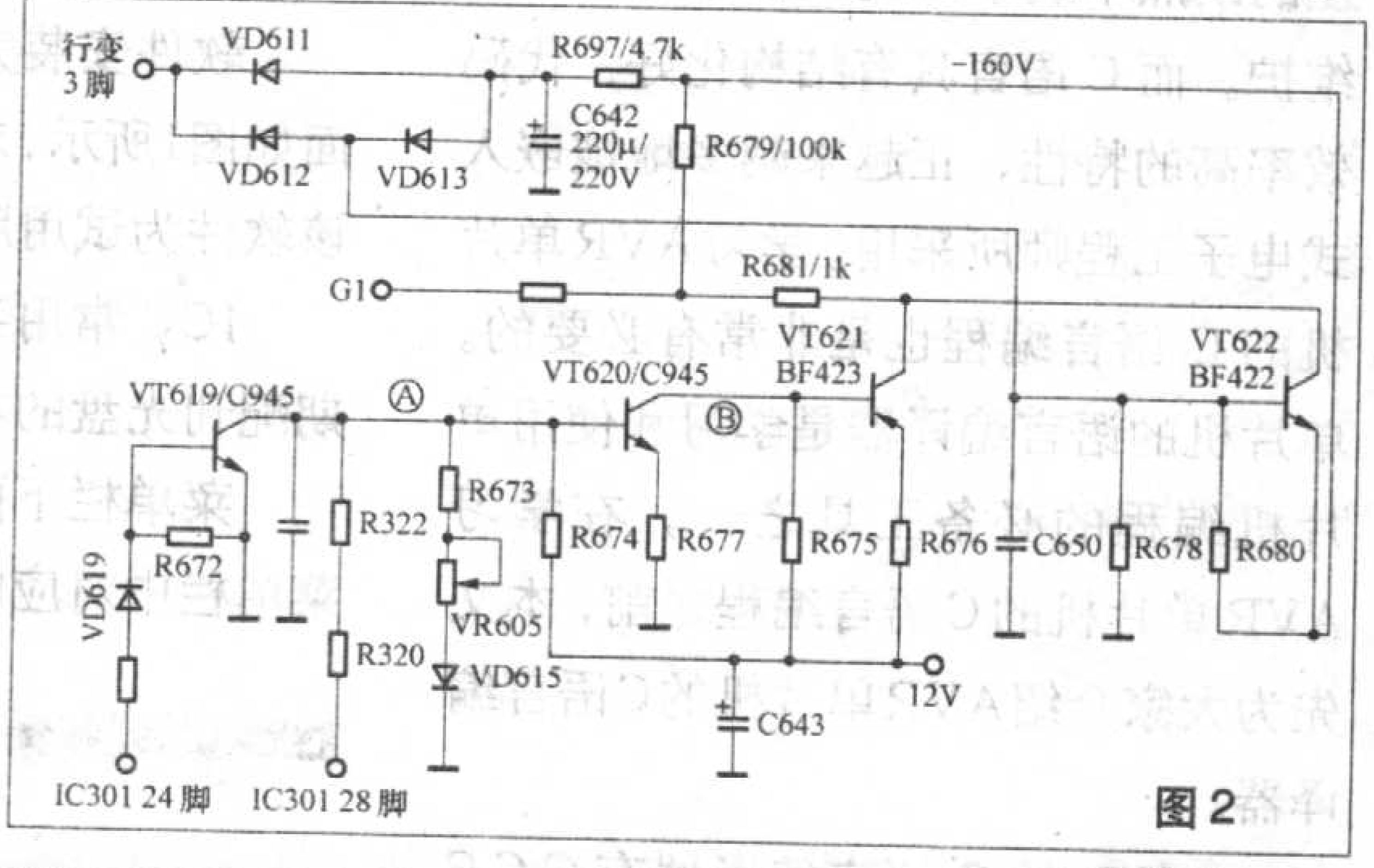


图2

推荐书目

品牌推荐 900102 《无线电》1955–2000年合订本（4CD-ROM） 邮购价：100.00元/套

新书上架

		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28.00元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35.00元/本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28.00元/本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28.00元/本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00元/套
9020051	《高保真音响》2005年增刊 电子管名机赏析	28.00元/本
14021	无线电问与答精汇	41.00元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38.00元/本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35.00元/本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35.00元/本

畅销图书

		邮购价
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00元/本
12897	实用报警电路	28.00元/本
12537	看图学电工技能	34.00元/本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00元/本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00元/本
12123	万用表使用技巧60例	25.00元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00元/本
12182	红外探测与控制电路	51.00元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00元/本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00元/本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00元/本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00元/本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17.00元/本
10862	I²C总线彩色电视机软件调整手册	76.00元/本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00元/本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00元/本

强势品牌

		邮购价
2–75	《无线电》杂志及增刊	
2003~2005年第1~12期，2006年第1~6期		6.80元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00元/本
2000年增刊		6.00元/本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28.00元/本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28.00元/本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28.00元/本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28.00元/本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24.00元/本
902000	《无线电》2000年合订本	45.00元/本
909900	《无线电》1999年合订本	42.00元/本
82–590	《高保真音响》	
2003~2005年第1~12期，2006年第1~6期		15.00元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28.00元/本

光盘产品

		邮购价
68139	常用电子管资料汇萃（CD-ROM）	40.00元/套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40.00元/套
00010	《高保真音响》1994–1998年合订本（4CD-ROM）	110.00元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38.00元/盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00元/套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108.00元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00元/套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097–24。

走进精彩的AVR单片机世界

AVR C语言编程初步
——C编译器的使用

文/李鹏飞

经过前面几篇文章的学习，读者应该基本掌握了AVR汇编语言的编程方法。汇编语言虽然具有运行效率高的优点，但其可读性差、可移植性差的缺点不利于大规模程序的开发与维护。而C语言具有结构化好、代码效率高的特性，正越来越多地被嵌入式电子工程师所采用。学习AVR单片机的C语言编程也是非常有必要的。单片机的语言编译器是学习和使用单片机编程的必备工具之一，在学习AVR单片机的C语言编程之前，本文先为大家介绍AVR单片机的C语言编译器。

AVR的C语言编译器有GCC AVR、ICC AVR、CodeVison AVR、IAR AVR等几种，其中只有GCC AVR是免费软件，其他均为商业软件。ICC AVR使用起来最为简单方便，编译效果也不错，适合作为入门学习之用。读者可以去IMAGECRAFT的官方网站下载ICC AVR的试用版软件：ftp://ftp.imagecraft.com/pub/pub/iccavrdem.exe，可以免费试用45天。超过期限，需要注册才能使用。

下载完后，双击iccavrdem.exe进行安装，建议保持默认安装目录C:/icc。

软件安装完成之后，打开ICC，界面如图1所示，未注册之前系统会提示该软件为试用版本。

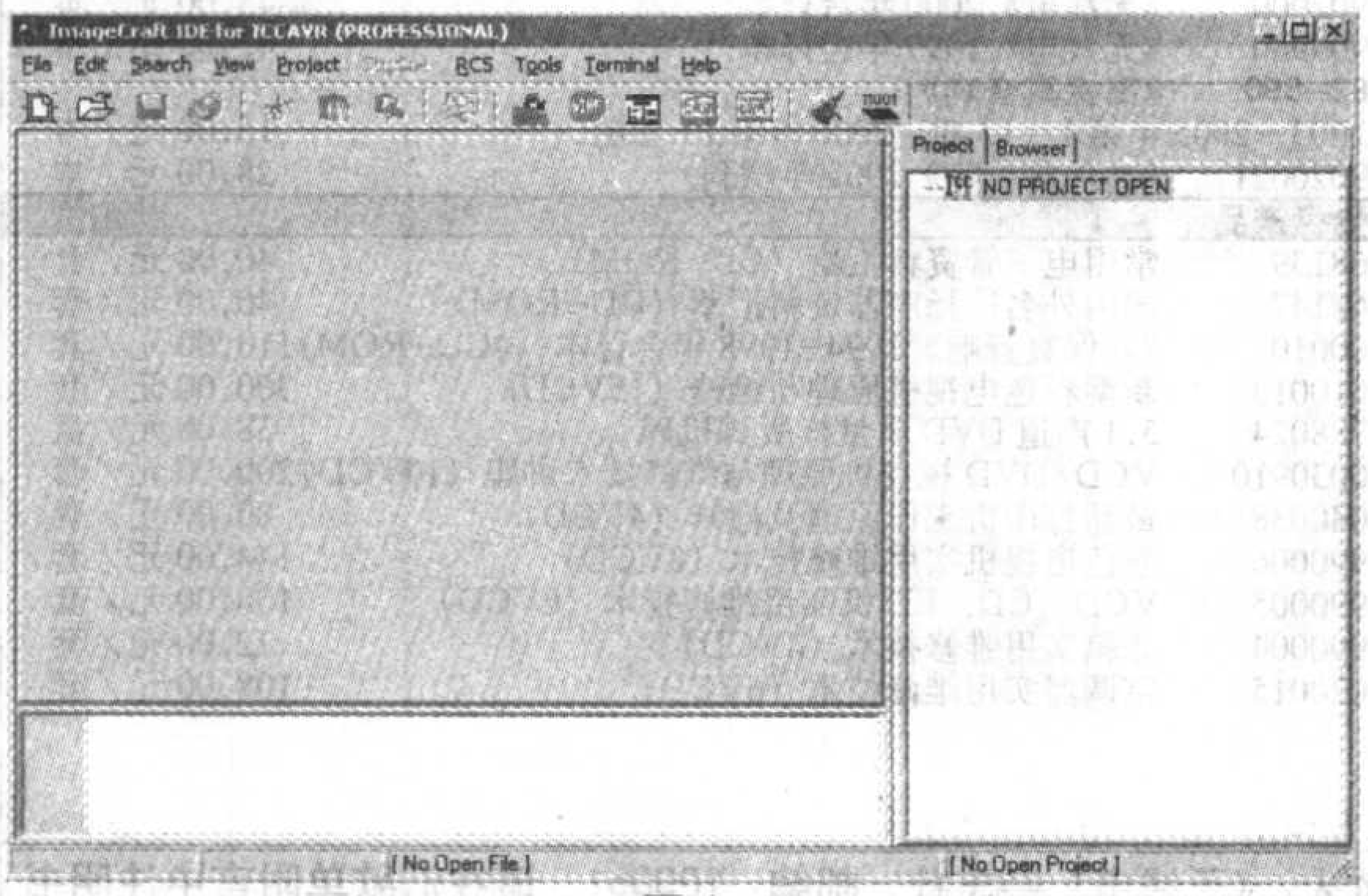


图1

ICC常用菜单项的中文介绍见本期配刊光盘的本文目录。

菜单栏下面是快捷菜单，作用与菜单栏中对应的项目相同，见图2。

图2

下面让我们用ICC AVR创建第一个工程。点击Project→New，在弹出的窗口中选择工程路径，并为工程命名，不用输入工程文件的后缀名，见图3。

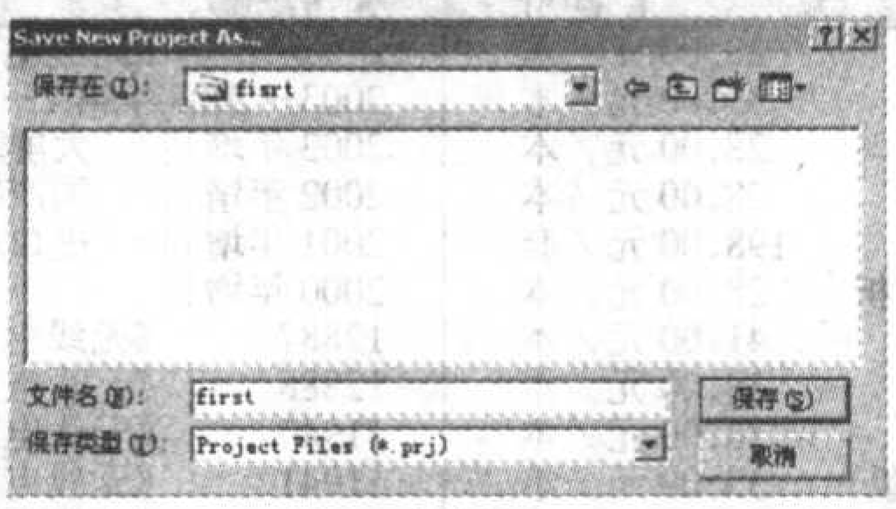


图3

建立完工程，再新建一个文件，选择菜单File→New后，就可以在编辑窗口中进行C代码的编写了。读者可以将本期配刊光盘本文目录下的文件“first.c”中的代码拷贝过来，然后选择File→Save保存文件，注意，此处一定要加上后缀“.c”，并且建议将C文件与工程放在同一目录中以方便管理。

选择Project→Add File(s)，将保存过的文件“first.c”添加进刚才创建的工程中，在弹出的对话框中选择“first.c”。

添加完成以后，我们可以发现在软件界面右边的工程管理窗口中，“first.c”已经被包含在工程之中了，如图4所示。

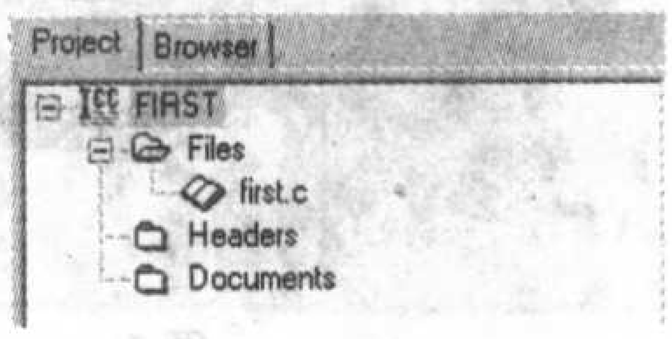


图4

接下来我们要对工程的选项进行设置，在菜单中选择Project→Options，弹出图5所示的窗口。

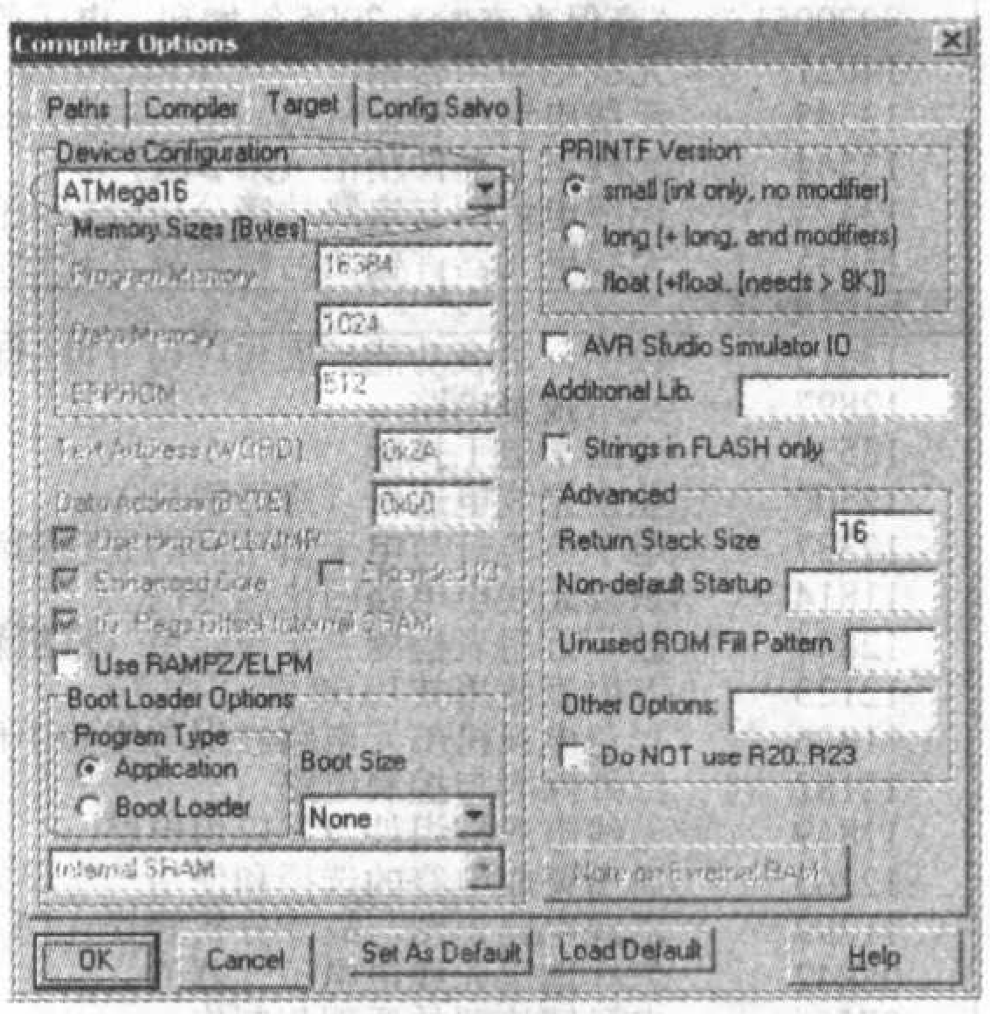


图5

在Device Configuration项中选择ATMega16，注意，此步骤不可省

略。同时确保在Paths栏中ICC AVR的路径正确，如果ICC AVR安装为默认路径C:\icc\，则不需要更改。

至此工程文件就具备了编译AVR C源程序所需的全部要素，可以开始编译了，选择Project→Make Project，计算机编译完成之后，将在工程文件目录下生成烧录文件“first.hex”，我们就可以使用PonyProg软件通过电脑串口烧录入Atmega16单片机了。

以上就是使用ICC AVR进行开发的完整流程，下面让我们来看一下如何编写符合ICC AVR要求的C语言代码，本文假设读者具备一定的C语言基础。

ICC AVR支持符合ANSI标准的C语言程序设计，但它针对AVR单片机的一些特点进行了扩充，读者应该掌握这些特殊之处。我们结合下面这段C语言程序来了解一下。

```
#include <iom16v.h>
#include <macros.h>
/*1ms延时函数，时钟应选为内部8M*/
void delay_1ms(void)
{
  unsigned int i;
  for (i=1;i<1142;i++);
}
/*延时函数，形参为延时时长*/
void delay(unsigned int n)
{
 unsigned int i=0;
 for(i=0;i<n;i++)
 {
  delay_1ms();
 }
}
/*端口初始化函数*/
void port_init(void)
{
 PORTA = 0xFF;
 DDRA  = 0xFF;
 PORTB = 0xFE;
 DDRB  = 0xFE;
 PORTC = 0xFF;
 DDRC  = 0xFF;
 PORTD = 0xFF;
 DDRD  = 0xFF;
}
/*初始化单片机*/
void init_devices(void)
{
CLI(); //关闭中断
 port_init();
 MCUCR = 0x00;
 GICR  = 0x00;
 TIMSK = 0x00; //timer interrupt sources
 SEI(); //打开中断
 //all peripherals are now initialised
}
/*一个工程中必须有一个并且只能有一个main()函数，作为程序执行的起始点*/
void main(void)
{
   init_devices(); //调用函数init_devices();
  while(1)
   {
     PORTA = 0X00; //点亮A口上所有led
     delay(2000); //点亮2秒钟
     PORTA = 0XFF; //关闭所有led
     delay(2000); //关闭2秒钟
   }
}
```

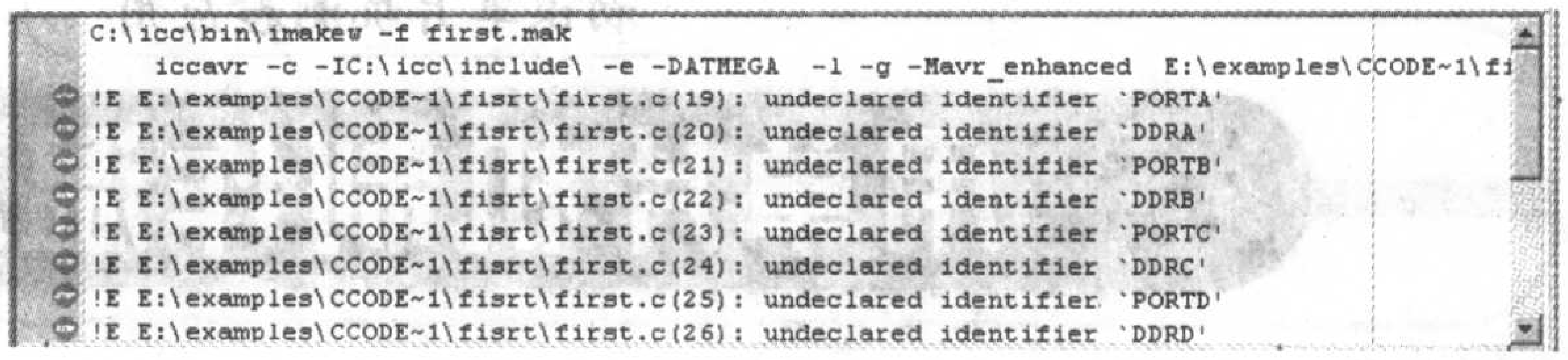


图6

该程序实现的功能是8个LED每2秒钟点亮一次。程序中“#include <iom16v.h>”表示包含芯片文件，用于告知编译器硬件资源的地址等信息。打开iom16v.h（默认目录C:\icc\include），其中有这样一行：“#define PORTA (*(volatile unsigned char *)0x3B)”，即ICC AVR在编译时遇到PORTA，就按照后面的地址进行编译。如果没有包含芯片文件iom16v.h，编译器将会因为无法识别字符串PORTA而报错。去掉此句重新编译，编译器将会有图6所示的错误提示。

ICC AVR可以实现错误定位，点击图中的错误提示，光标会自动跳到错误行。

程序中“#include <macros.h>”表示包含宏定义，如果用到“CLI()”或“SEI()”进行关闭/打开全局中断，需要包含此文件。

ICC AVR访问硬件时可以直接使用硬件资源名称，例如“PORTA = 0X00;”，把PORTA寄存器赋值0，当然这是因为包含的芯片文件中已经定义了PORTA的实际硬件地址。

ICC AVR中变量声明、函数声明与调用以及控制、循环语句基本和ANSI标准C语言的语法相同。

使用AVR Studio可以对ICC AVR中编写的C代码进行模拟调试，方法如下：首先在ICC AVR中编译C代码，如果有错误请修改，直至通过

用单片机制作温度计

文/周 坚

智能仪器是单片机应用的一个很广泛的领域，温度测量又是其中非常重要的部分。传统的中、低测温领域中采用的方法有热敏电阻、半导体温度传感器等。这些方法都有一些缺陷，如线性差、电路复杂、实现数字化需用AD转换器等。这导致工程应用中的一系列问题，如造价高、互换性差、调试不方便等，人们迫切希望能有一种高性能、低价格、数字化的测量传感器。

1.1-Wire 总线介绍

美国DALLAS公司的1-Wire 总线是一种简单的信号交换方式，它是在主机与外围器件之间通过一条线路进行双向通信。所有的1-Wire 总线器件都具有一个共同的特征：每个器件在出厂时都有一个与其他任何器件互不重复的固定的序列号。也就是说，每一器件都是惟一的，这就使得在众多连到同一总线的器件中可以选择出任意一个器件。

2.DS18B20 器件

单线数字温度传感器DS18B20就是这样一个1-wire器件，该器件可把温度直接转换成串行数字信号供微机处理，在一条总线上可挂接任意多个DS18B20芯片。从DS18B20读出的信息或写入DS18B20的信息，仅需要一根端口线，该端口线同时也可以向DS18B20供电，从而无需额外电源。DS18B20提供9～12位温度读数，构成多点温度检测系统而无需任何外围硬件。

（1）DS18B20 的特性

● 单线接口：仅需一根接口线与单片机连接；

● 无需外围元件；

● 可由接口线提供能量，也可由5V 电源供电；

● 测温范围为-55℃～+125℃，在-10℃～+85℃范围内精度为±0.5℃；

● 9～12 位温度读数；

● 在使用12位分辨率时A/D变换时间最长为750ms，而使用9位分辨率时转换时间为93.75ms；

● 用户自设定温度报警上下限，其值在断电后仍可保存；

● 报警搜索命令可识别哪片DS18B20超温度限制。

（2）DS18B20 引脚及功能

DS18B20的引脚见图1（PR35封

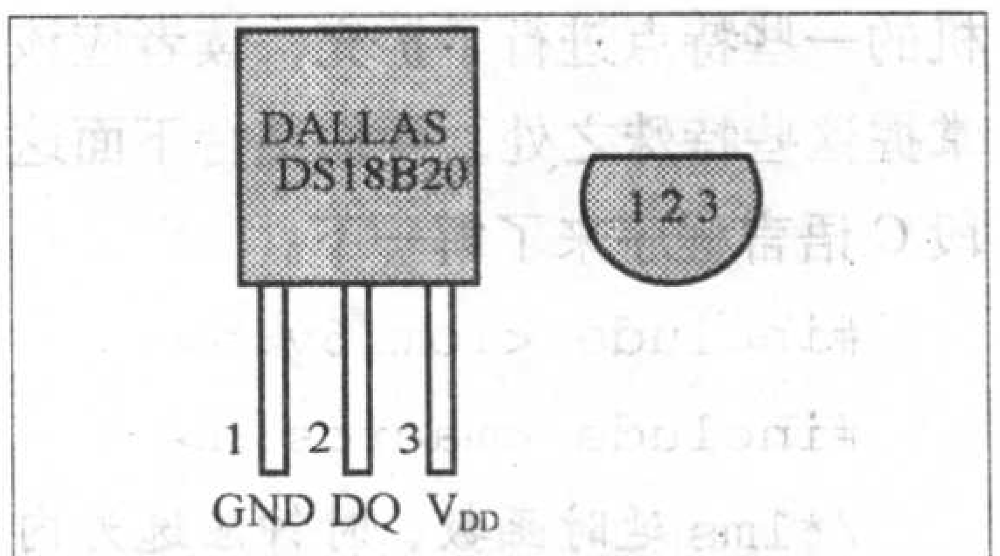


图1 DS18B20 的一种封装形式

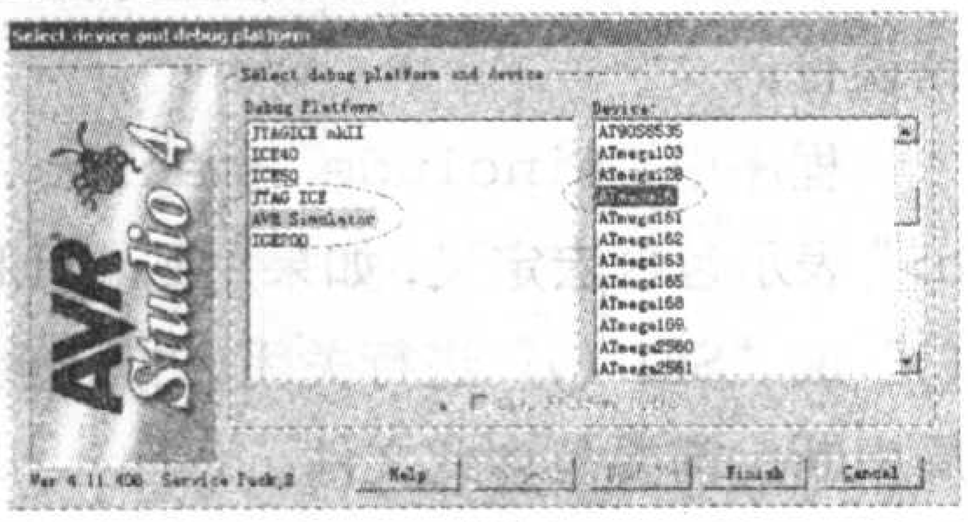


图7

编译，此时将在工程文件目录下生成HEX文件的同时生成一个与工程同名的COF文件。打开AVR Studio，选择File→Open File，在弹出的对话框中选中first.cof（某些操作系统中不显示“.cof”后缀，请查看文件属性以找出该文件），确定之后在弹出的窗口中选择“AVR Simulator”和“ATmega16”，如图7所示。

点击“Finish”之后，进入仿真界面，见图8。仿真调试方法与汇编语言

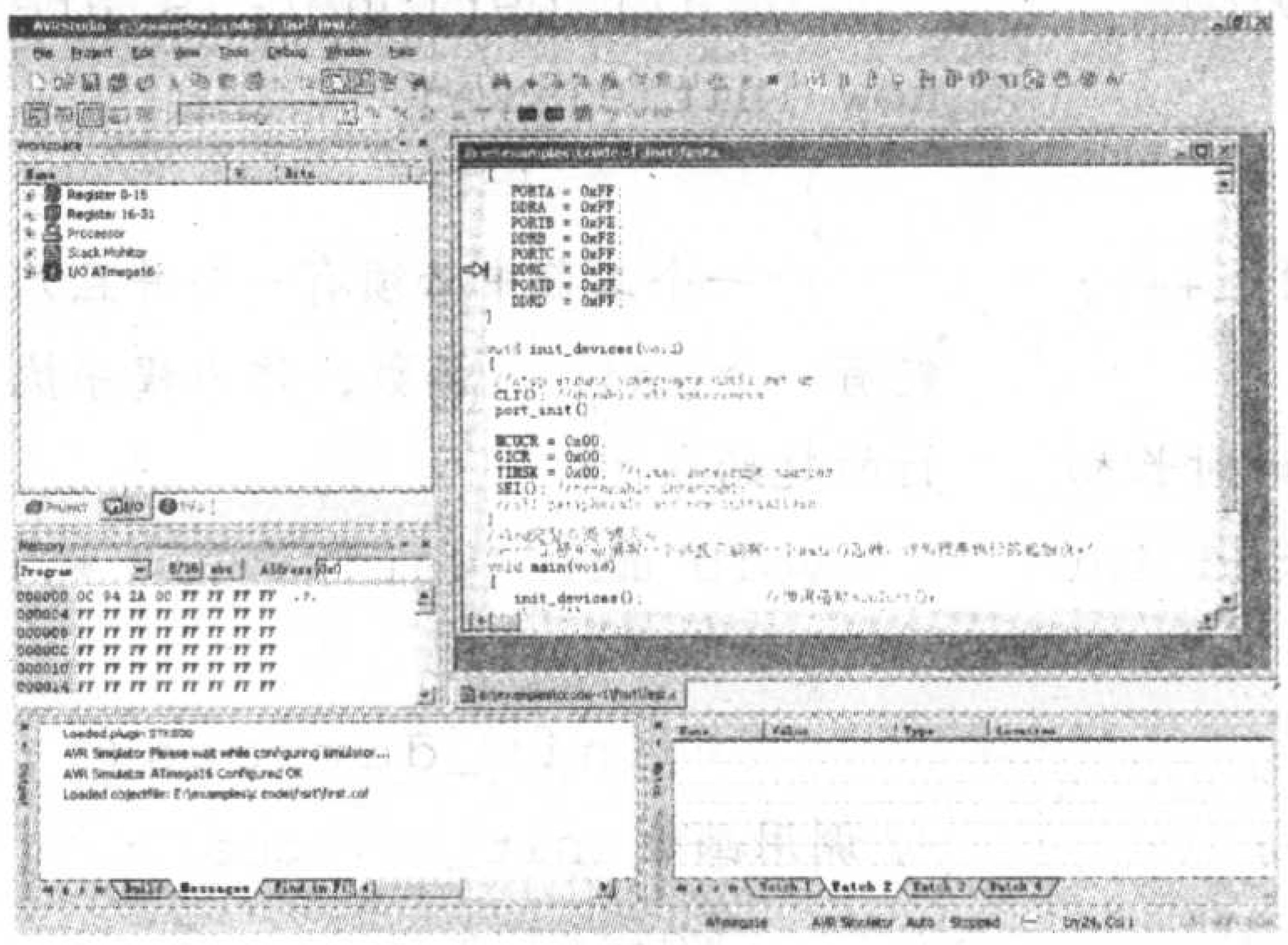


图8

相同。

本文所列程序实现的功能较为简单，8个LED同时点亮2秒钟，同时熄灭2秒钟，如此循环。读者可将程序烧录入单片机，利用前两期介绍的电路观察运行效果。注意，需设置熔丝位为内部8M RC振荡。

本篇练习：

1.编程练习，编写程序实现如下功能：第一个LED点亮2秒钟，熄灭；然后第二个LED点亮2秒钟，熄灭；第三个LED点亮2秒钟，熄灭，如此循环。

2.将以上程序用AVR Studio进行软件模拟仿真，观察CPU运行中各端口及内部寄存器值的变化。

3.要了解更详细的ICC AVR中的C语法等内容，可以参考《AVR 单片机C语言开发入门指导》，清华大学出版社出版。

装）。GND：地；DQ：数据输入/输出脚（单线接口，可作寄生供电）；V_{DD}：电源电压。

（3）DS18B20的工作原理

DS18B20的内部结构如图2所示。

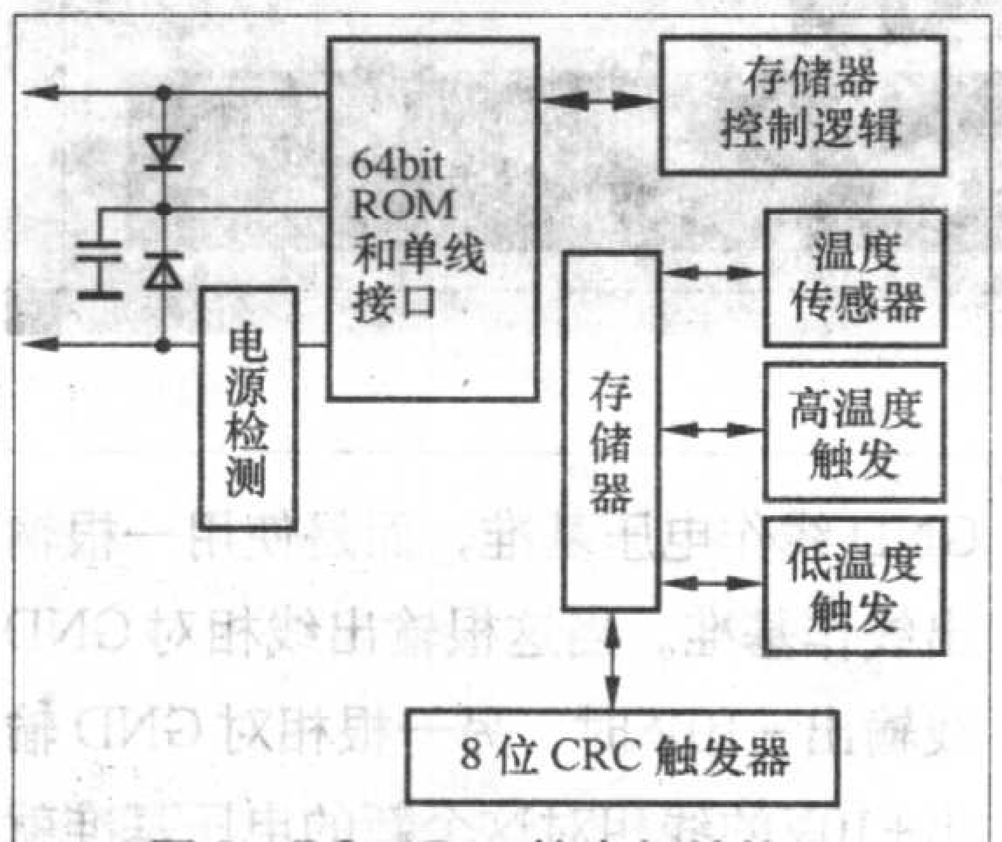


图2　DS18B20的内部结构图

由图可知，DS18B20由三个主要数字器件组成：

①64bit闪速ROM，②温度传感器，③非易失性温度报警触发器TH和TL。64bit闪速ROM的结构见图3。

8bit 检验 CRC	48bit 序列号	8bit 工厂代码 (10H)
MSB　LSB	MSB　LSB	MSB　LSB

图3　DS18B20内部ROM结构

DS18B20的测温原理：DS18B20内部有两个振荡电路，其中一个由低温度系数器件组成的振荡器构成，另一个由高温度系数器件组成的振荡器构成。在需要采集温度时，计数门打开，DS18B20对第一个振荡器产生的时钟脉冲进行计数，而计数门开启的时间则由第二个振荡器来决定，这样，温度的变化最终会用数字的形式表达出来。附表所示是温度与输出的数值之间的关系。

附表

温度值	数字输出(二进制形式)	数字输出(十六进制形式)
+125℃	0000 0111 1101 0000	07D0 h
+85℃	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625℃	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125℃	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5℃	0000 0000 0000 1000	0008h
0℃	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5℃	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125℃	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625℃	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55℃	1111 1100 1001 0000	FC90 h

DS18B20单线通信功能是分时完成的，有严格的时序要求，故读/写时序非常重要。系统对DS18B20的各种操作必须按协议进行。操作的协议为：初始化DS18B20，发ROM功能命令，发存储器操作命令，处理数据。

3.用单片机控制DS18B20制作温度计

DS18B20可以采用两种方式供电，一种是采用电源供电方式，另一种是寄生电源供电方式。单片机端口接单线总线，为保证在有效的DS18B20时钟周期内提供足够的电流，可用一个MOSFET管来完成对总线的上拉，如图4所示。

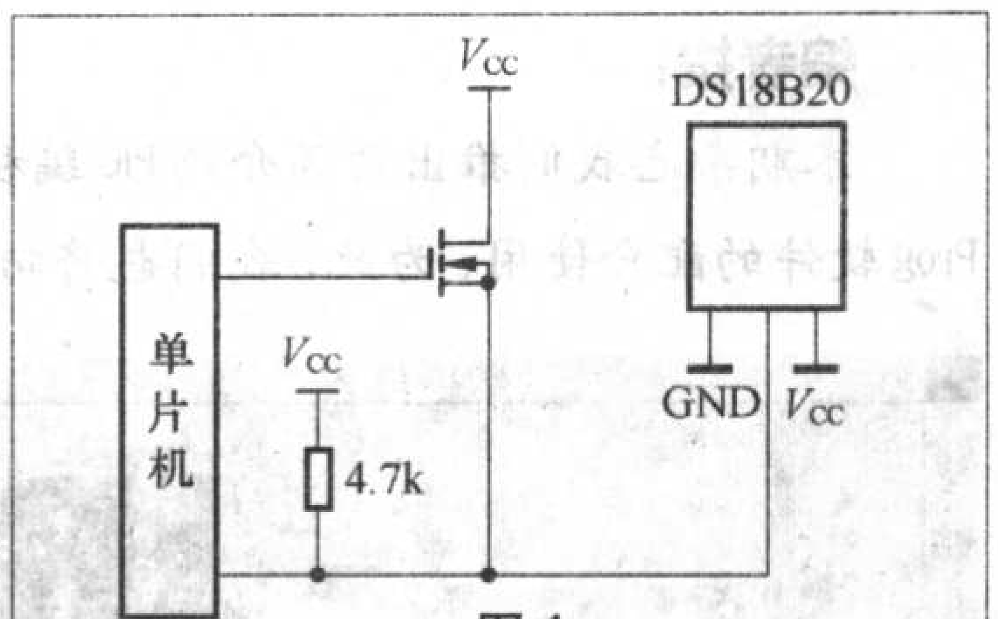


图4

这里使用第一种供电方式设计一个温度计，完整的电路如图5所示。

该电路的系统程序主要包括C程序主函数、DS18B20相关函数、显示函数等部分。对于DS18B20，本期杂志的配刊光盘中给出了一个现成的驱动程序，只要定义一下引脚，然后直接调用该驱动程序即可实现测温。程序函数有详细的注释，读者通过对注释的阅读可以掌握DS18B20的时序关系。

最后还要加以说明的是，DS18B20的时序要求相当严格，如果程序中有较多中断处理，操作芯片时产生中断后会破坏时序，造成测量结果混乱。如果硬件连接时不注意连接线，当连接线很长时，会造成DS18B20波形的畸变，同样会造成测量结果混乱。这一点在使用DS18B20芯片时必须注意，同时这也使得该芯片的使用受到了一定的限制。

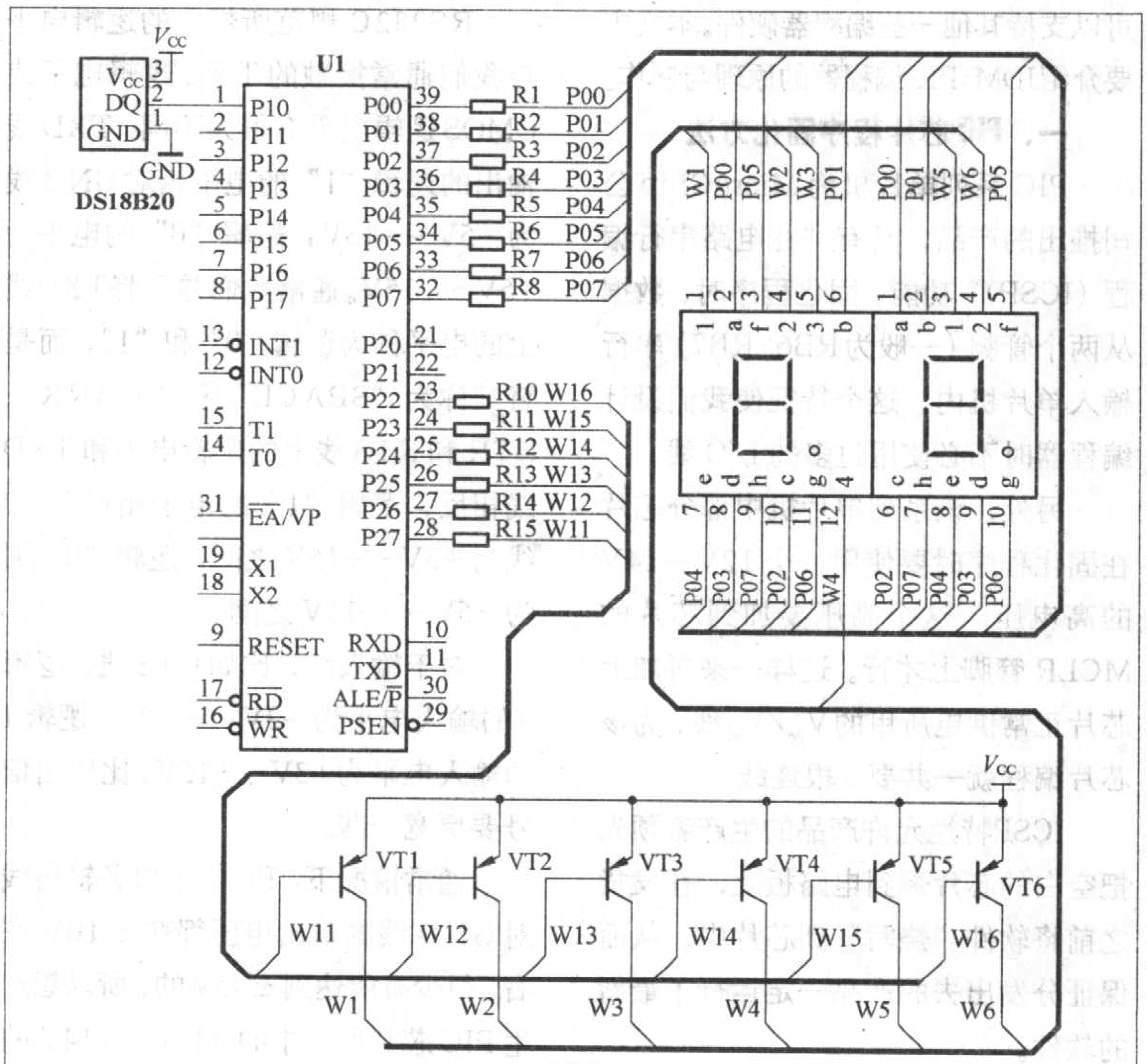


图5

编者按：

本期杂志我们推出两篇介绍PIC编程器制作的文章，两篇文章介绍的制作方法各有所特点，也有相通之处。它们都需要IC-Prog软件的配合使用，为此，我们也将向大家介绍IC-Prog软件的获取和使用方法，希望对学习和使用PIC单片机的读者有所帮助。

JDM PIC编程器的原理与制作

文/李春生

JDM编程器是一款针对PIC系列MCU设计的代码固化工具，设计者十分巧妙地利用了PC机上的RS232串口，在不用外电源的情况下用串口产生+5V/+13V电压。另外，串口的工作方式也很不寻常，设计者充分利用了串口控制器的特性，把本来应工作在“UART”方式的串口改造成类似打印口的“GPIO”方式。

这款编程器配套使用IC Prog软件。该软件不仅支持JDM编程器，还可以支持其他一些编程器硬件。本文主要介绍JDM PIC编程器的原理与制作。

一、PIC芯片程序固化方法

PIC系列单片机为MicroChip公司推出的产品，具有“在电路串行编程（ICSP)”功能。固化程序时，数据从两个管脚（一般为RB6/RB7）串行输入单片机内，这个特征使我们设计编程器时不必使用过多的I/O线。

另外，该系列单片机中部分芯片在固化程序时要使用一个12V～14V的高电压，这个高压要加到芯片的MCLR管脚上才行。这样一来再加上芯片正常供电所用的V_{cc}/V_{ss}线，为该芯片编程就一共要5根连线。

ICSP特性允许产品的生产者预先把空白的芯片焊到电路板上，在发货之前将软件“烧写”到芯片中，从而保证分发出去的产品一定运行了最新的软件。

二、RS232C串口信号定义

电脑通常都有1或2个串行接口，该接口遵循RS232C规范。早期的PC机一般使用一个25管脚的D型连接座，现在的PC通常使用9管脚的D型连接座。

在9个信号中，GND线是公共地，TXD线用于输出串行数据，DTR线和RTS线是用于控制调制解调器的。除此之外，其他管脚都是用于输入的。由此可见，PC的串口并不足以产生PIC芯片编程时所需的5根连线。

RS232C规范所规定的逻辑电平与我们通常接触的TTL逻辑电平或CMOS逻辑电平有很大不同：TXD线输出的逻辑“1”的电平相对GND线为-5V～-15V；逻辑“0”的电平为+5V～+15V。通常我们并不将TXD线上的电平称为逻辑“0”和“1”，而是将其称为“SPACE”和“MARK”。DTR和RTS线上的逻辑电平和TXD线相反，逻辑“1”的电平相对GND线为+5V～+15V之间，逻辑“0”则为-5V～ -15V之间。

对于输入线，比如CTS线，逻辑0的输入电平为-3V～-15V，逻辑1的输入电平为+3V～+15V，比输出信号要更宽一些。

通常情况下，PC机串口各输出线对GND线的输出电压都在±10V左右，很少有能达到±15V的，所以想产生PIC芯片所要求的+12V～+14V的编程高压就需要一点技巧——不使用GND线作电压基准，而是使用一根输出线作基准。当这根输出线相对GND线输出-10V时，另一根相对GND输出+10V的线相对这个新的电压基准就输出了+20V电压了。同时，GND线相对这个基准输出了+10V电压。

DTR和RTS线的输出可以通过软件来设置为逻辑“0”或“1”，TXD线在不发送数据时为“MARK”状态，TXD线可以通过软件设为“SPACE”状态，但设置方法与DTR/RTS有所不同。

三、JDM编程器电路设计原理

了解了RS232C串口的特性，我们就可以分析JDM编程器的硬件设计原理了。附图是JDM编程器的硬件原理图。图中的Socket是一个18脚的IC插座，可以插一片PIC16F84，1～4脚和15～18脚可以插PIC12C508/9，5～8脚和11～14脚可以插24Cxx系列EEPROM，因此JDM编程器其实还是一个多功能编程器。

（1）供电电路原理分析

从附图中大家可以看到PC串口的GND线连接到芯片插座的V_{dd}线上，芯片插座的V_{ss}线则经二极管VD6接TXD线，同时经VD1接RTS线。由此可见，PC串口的GND线实际为芯片插座提供+5V电源，而芯片插座的V_{ss}则由TXD和RTS供给。

通常，TXD线为“MARK”状态，也就是相对GND线输出约-10V电

压，这样一来加在芯片插座的V_{dd}和V_{ss}间的供电电压就是+10V。5.1V稳压管VD2的作用也就显而易见了。此时8.2V稳压管VD4处在正向导通状态，电容C1的+端充了约4.5V的电压，此时三极管VT2的集电极为4.5V，VT2处在截止状态，芯片插座的MCLR线经VD5连在TXD线上，不具有编程所需的高压。

再看RTS线，如果RTS线相对GND线为+10V，那么二极管VD3将导通，RTS线实际被钳位在5.7V左右。如果RTS线相对GND线为-10V，那么它与同样为-10V的TXD线一样。但如果我们控制RTS线为-10V，而令TXD线输出+10V电压，此时三极管VT2的两个PN结都是正偏，+10V电压通过VT2的bc结加到电容C1上，使得C1两端电压提升到+15V。这样一来8.2V稳压管VD4就工作在稳压状态了，它与5.1V稳压管VD2相串连，令C1的+端的电压稳定在+13.3V（相对V_{ss}），此高压经VT2的be结加到芯片插座的MCLR脚上。

当TXD线用于产生编程高压后，芯片插座的V_{ss}端就只能依靠RTS线供电了。而RTS线本身还要用作编程时钟线，所以对RTS的利用就有特殊之处。

(2)时钟/数据产生电路原理分析

芯片插座的RB6脚是编程时钟输入端，时钟由串口的RTS线产生。然而当TXD线为产生编程高压而输出+10V时，我们需要换个角度去理解RTS线的作用：通常我们习惯把芯片的V_{ss}脚作电路参考点，此时串口的GND线为芯片的V_{dd}脚供应+5V电源电压。现在我们需要把芯片的V_{dd}脚作为电路的参考点，这时我们会看到串口的RTS线在产生编程时钟的同时，经二极管VD1做半波整流，再经电容C2滤波、VD2稳压，为芯片的V_{ss}脚供应-5V电源电压。

芯片编程所需的串行数据由DTR线产生，注意芯片的RB7脚是双向口，编程数据从RB7写入片内，校验时片内数据也从RB7输出。从片内读取数据的原理比较好理解：三极管VT2的基极已经电阻R1连接在+5V上了，因此只要令DTR线输出+10V，三极管VT1的工作状态就受RB7脚的控制。当RB7脚输出逻辑0时VT1导通，集电极被拉到与V_{ss}脚相同的电位，串口的CTS线就收到相对GND线约-5V的电压；当RB7脚输出逻辑1时VT1截止，DTR线输出的+10V经电阻R2加到CTS线上。

当RB7脚用作输入时，我们不妨将VT1看作串联稳压电源中的电压调整管，当DTR线相对GND线输出+10V电压时，VT1会将此电压降到约5V供给RB7脚，而当DTR线相对GND线输出-10V电压时，VT1发射极也会有一个相对GND线的负压输出。这个负压比电容C1的负极还要低一些，足以当作逻辑0了。

四、JDM编程器的制作

(1) 元件选择

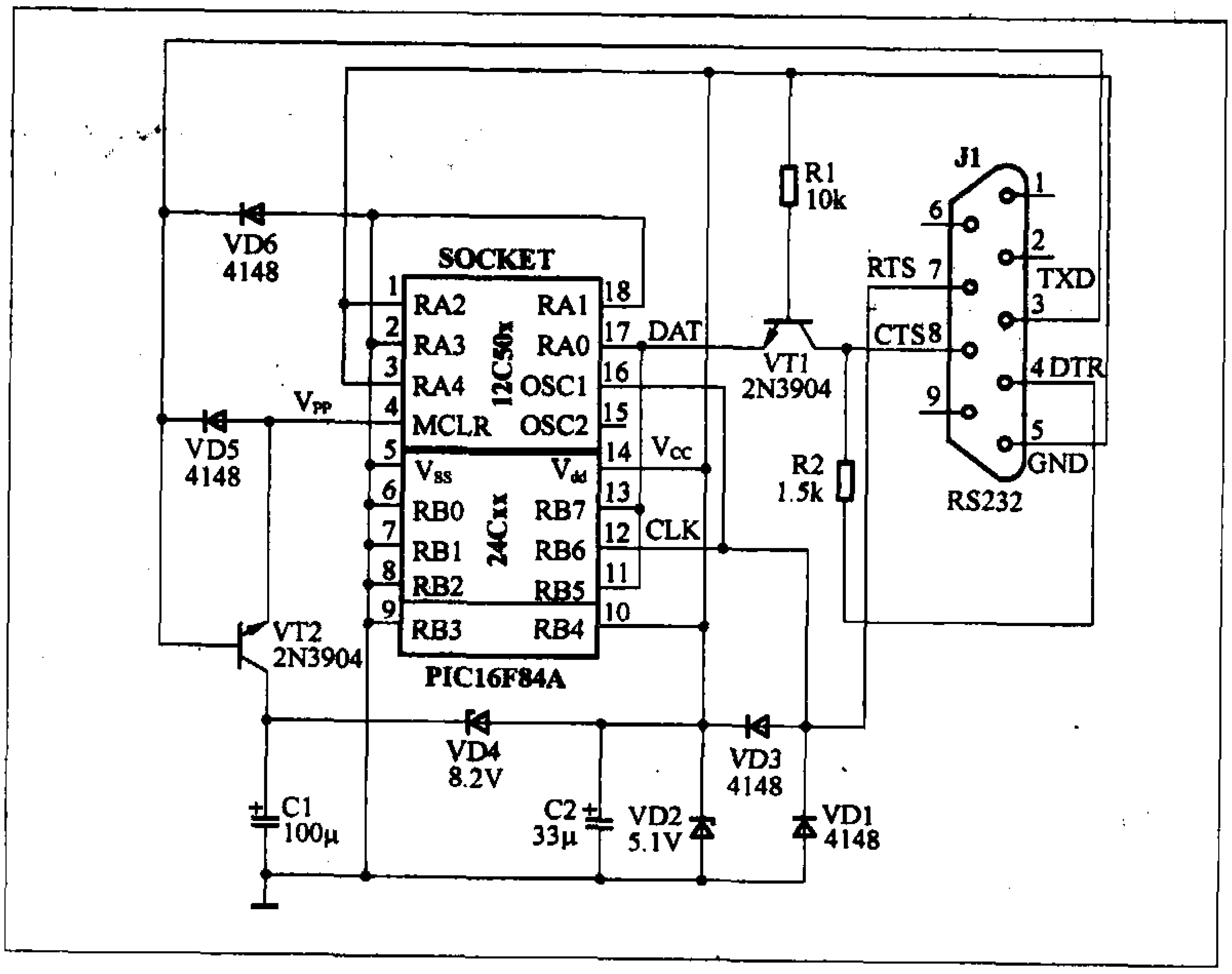
两个三极管可以选择2N3904等常用的NPN小功率管，两个稳压管可以选择功率为0.5W的，建议选择1W的以提高可靠性。电容C1耐压应选25V以上，电阻选普通的1/4W电阻即可。

(2) 电路调试

电路焊接无误后即可连接到PC机串口上，连接好后用万用表测量电容C2两端电压应该在5.1V左右、电容C1两端电压应该在4.5V左右。将编程器从串口上断开，这时C2两端电压应降到1V以下，而C1由于缺乏放电回路，其两端电压将维持在4.5V。

我们可以利用IC Prog软件进一步调试电路。IC Prog下载后不用执行安装程序即可使用。如果是第1次启动IC Prog，我们会首先看到一个配置介面，选择“JDM Programmer”，并选择好串口。注意在Win2000/XP系统下“Interface”一项必须为“Windows API”，否则软件无法正常工作。

软件主窗口打开后，可以从“Settings”菜单栏中选择“Hardware Check”一项，此时会有一个小对话窗口显示，选择“Enable MCLR”项后，用万用表测电容C1两端电压应约为



制作PIC单片机低电压编程器

文/吴立斌 殷建彬

笔者向大家介绍的这款PIC低电压编程器，非常简洁。它实际上是一个在线编程器(ICSP)，只需要几个电阻和一个串口DB9的座（或者并口的DB25的接口）即可，这个编程器可以支持PIC16F87X系列、PIC16F62X系列、PIC16F81X系列、PIC16F88和PIC18F等系列PIC单片机。

一、硬件部分

该编程器的电路图如图1所示。在制作时，可以把这几个电阻搭焊在DB9的串行接口里，应用时，只在PIC线路板上留出一个接口，这样当我们更新单片机程序时就不用在线路板上拔下芯片再去烧录程序了。在编程的时候，它只需要5V的工作电压，而高电压编程则需要13V的电压。下载程序时，也可以不接单片机的外部振荡电路。但PIC单片机的MCLR（复位端）应该上拉，建议将10kΩ的电阻连接到V_{DD}。最重要的是要通过10kΩ的电阻连接PIC单片机的PGD（串行编程数据输入端）、PGC（串行编程时钟输入端）和PGM（低电压编程控制端）管脚。要注意的是：PGD一般是PIC单片机的RB7管脚，PGC一般是PIC单片机的RB6管脚，而不同系列的PIC单片机的PGM是不一样的，PIC16F87X的是RB3脚，PIC16F62X系列、PIC16F81X系列和PIC16F88的是RB4脚，PIC18F的是RB5脚。

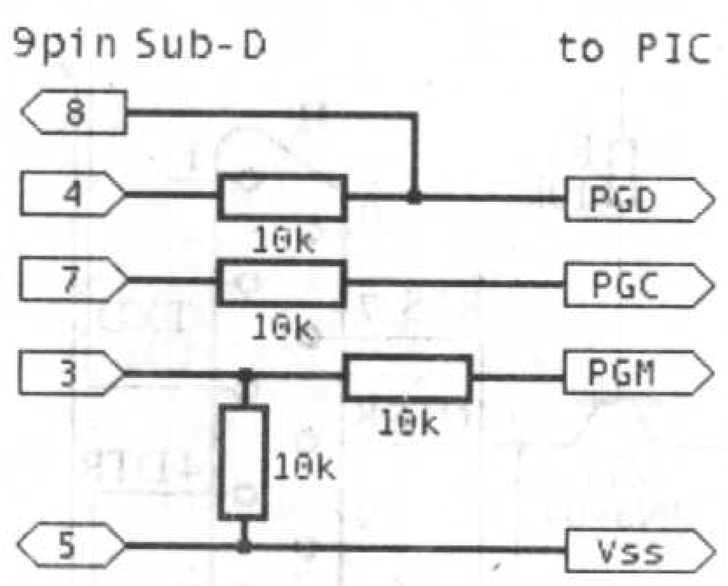


图1

低电压编程模式要求PGM控制端接高电平，为了防止编程器在不编程时也进入编程模式，需要在PGM和V_{SS}之间接一个下拉电阻。当然，如果你直接用编程器通过计算机和PIC芯片相连，这个电阻就不接入了，例如，在图2所示的连接电路中就没有接这个电阻。但如果是在线编程（也就是在试验电路板上或工作电路板上），建议还是保留这个电阻。如果你设计的电路用到了PGM端口，并且总是低电平，那是不能进入低电压编程模式的。

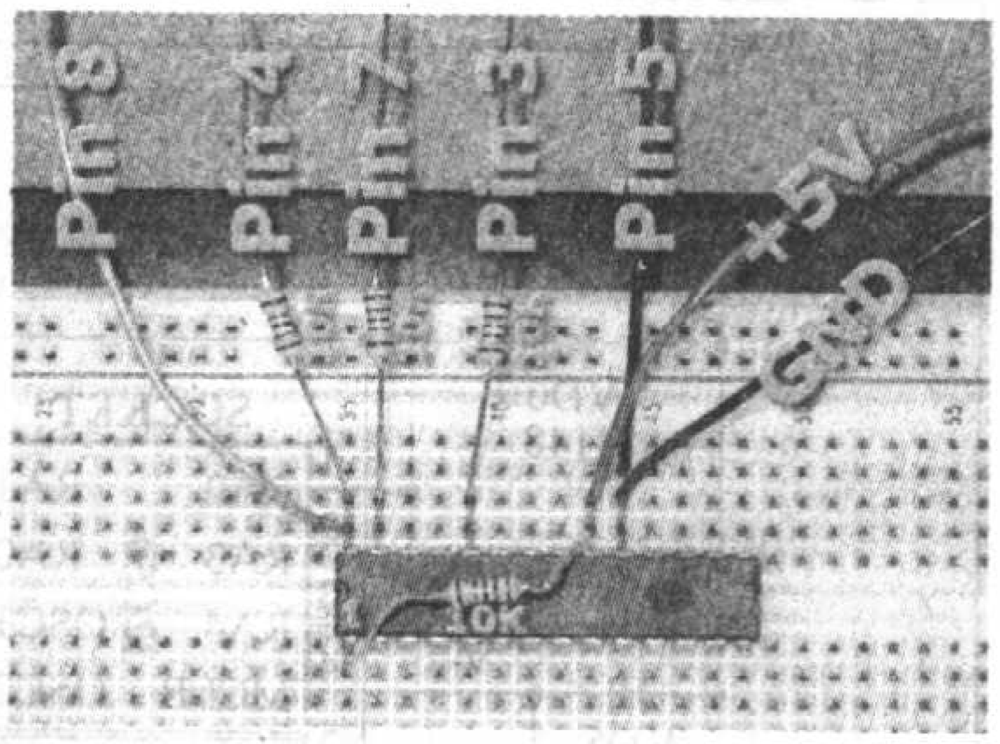


图2

图3

对于这个电路，有的人可能担心RS232的高电压会烧毁PIC单片机，其实所有PIC单片机的输入/输出口内部有两个钳位二极管，对PIC输入/输出口进行保护(可以参考PIC单片机的数据手册)。保护电路如图3所示，这两个钳位二极管将输入/输出口的输入电压限制在$V_{SS}-0.7V \sim V_{DD}+0.7V$（0.7V是二极管的导通电压）的范围之内，所以不用担心RS232的高电压把PIC单片机烧毁。

二、软件部分

笔者采用的烧写软件是免费的IC-Prog软件，无论支持的器件类型数量、烧写速度及稳定性都优于PonyProg2000（下载地址：http://www.lancos.com/ppwin95.html）。

13.3V，取消“Enable MCLR”项后这个高压仍然会维持一段时间。

在取消“Enable MCLR”项后点击“Enable Clock”项，此时我们用万用表测串口插头的第7脚RTS线到电容C2负极的电压应该在5.7V左右，取消“Enable Clock”项，RTS线到C2负极的电压应降至−0.6V。

点击“Enable Data Out”项后测晶体管VT1的发射极对C2负极的电压应该为4.6V左右，取消“Enable Data Out”项后这个电压应降至−1.6V。如果在编程插座中插上一片PIC16F84，则这个电压不会降到−1.6V。

我们还可以对JDM编程器进行二次开发，其重点是如何在PC上编写程序控制串口，本文中就不再介绍，有兴趣的读者可以到笔者个人网站www.nucstorm.com/geniekits/index.html上了解。该编程器的PCB图可在本期配刊光盘的本文目录中找到。

IC-Prog软件的使用方法

文/陈学乾

IC–Prog软件是用于大部分PIC芯片编程器的驱动软件，它是一个Windows 程序,能够运行在Win9X/WinNT/Win2000/WinXP下，其最新的版本为1.05D。但是因为该版本主要用在Win2000与XP上，比较麻烦，所以目前国内大多还是用1.05C版本的，免费下载网址为www.ic–prog.com。为帮助大家使用该编程软件,笔者对其使用方法进行详细介绍。

*若你的IC–Prog是第一次使用,你必须做如下设置:

第一步:[适用于Windows NT/2000/XP,Windows 98不需此步骤,请直接跳过此步]

将下载后的icprog–driver软件解压缩，再将其中的文件icprog.sys复制到与icprog.exe在同一个路径下。

第二步:Option设置

首先双击icprog.exe进入编程界面,点击菜单settings,弹出下拉菜单,选中菜单中的Options，见图1。

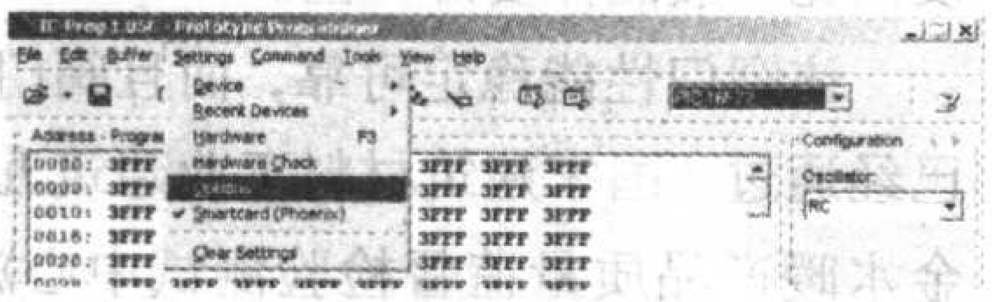


图1

1．打开Options，并点击MISC，在“MISC”一栏中的“Process priority”项中选择Realtime，使其有效。若你的系统为Windows NT/2000/XP,则还需设置“Enable NT/2000/XP Driver”有效，见图2。

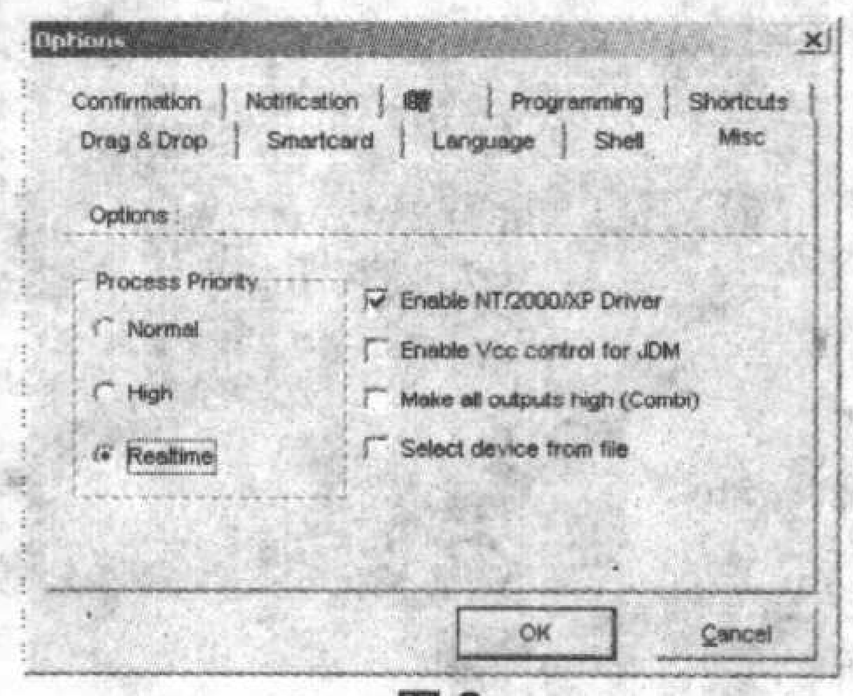


图2

2．点击“Programming”一栏，设置“Verify after programming”项无效,“verify during programming”项有效。

3．点击Confirmation栏，设置“Programming a device”、“Overwriting a file”、“Erasing a device”项有效。

确认设置好后，点击OK退出Options设置。

第三步：Hardware设置

点击菜单settings，弹出下拉菜单，选中菜单中的“Hardware”项，见图3。

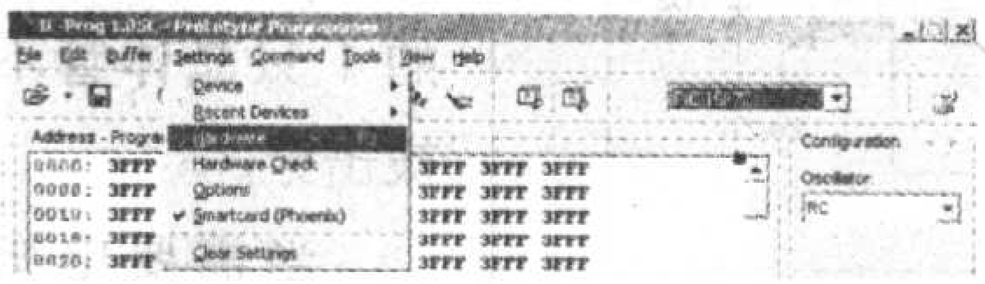


图3

进入Hardware界面后，设置“Programmer项为“JDM Programmer”，“Ports”项为编程器连接口Com1或Com2，“I/O Delay”为20,“Interface”为“Direct I/O”,“Communication”项全部无效，见图4，确认设置好后点击OK退出。

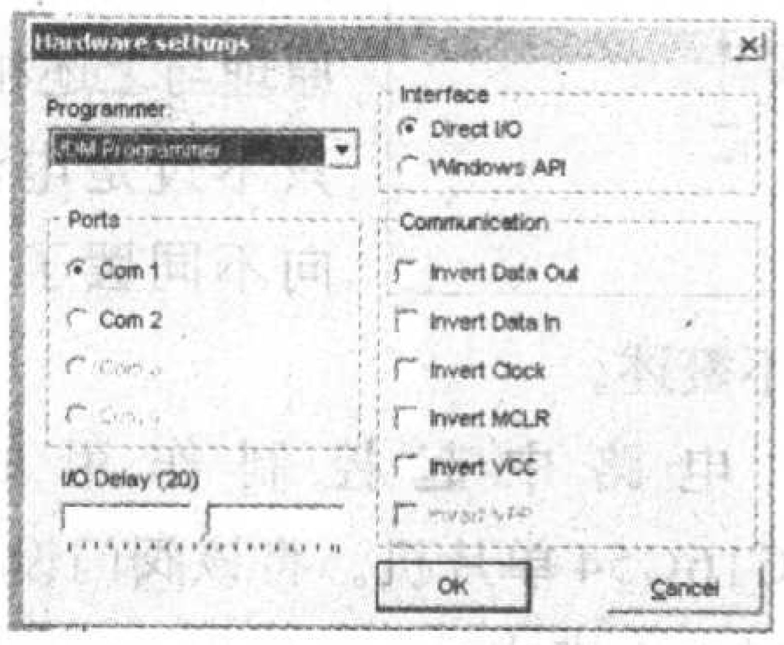


图4

*若并非第一次使用IC–Prog，则每次烧写芯片的方法如下：

1.连接好编程器与电脑，编程座上放置好要烧写的芯片。

2.执行ic–prog.exe,选择要烧写的芯片的型号，见图5。

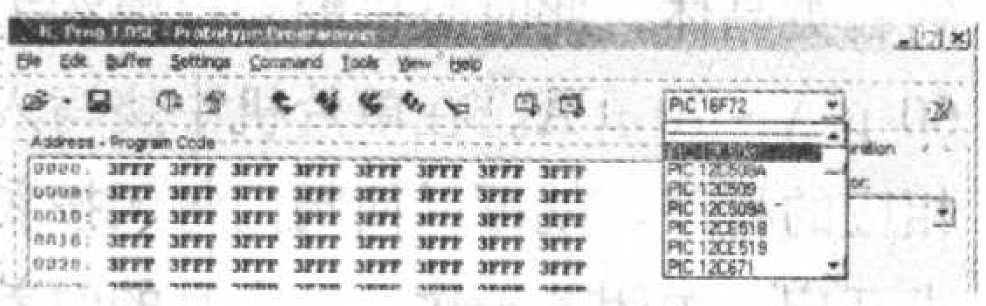


图5

3.打开要烧写的HEX文件,见图6。

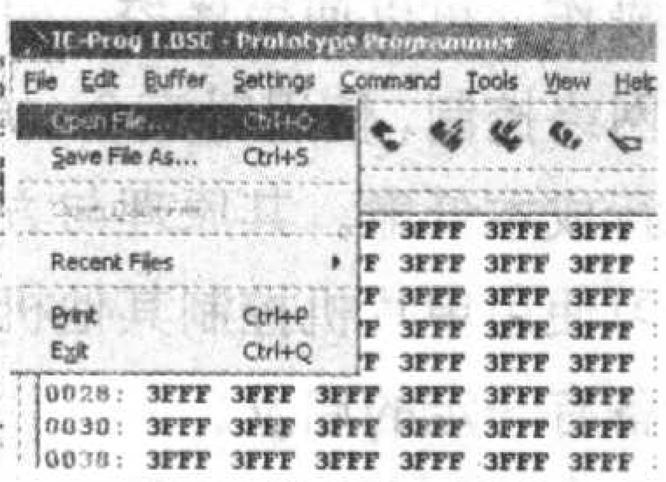


图6

4.根据需要,设置好各配置位,见图7。(注意:配置位划钩为1，否则为0,若要允许低电压编程,则在“LVP”选项时前面要划钩。)

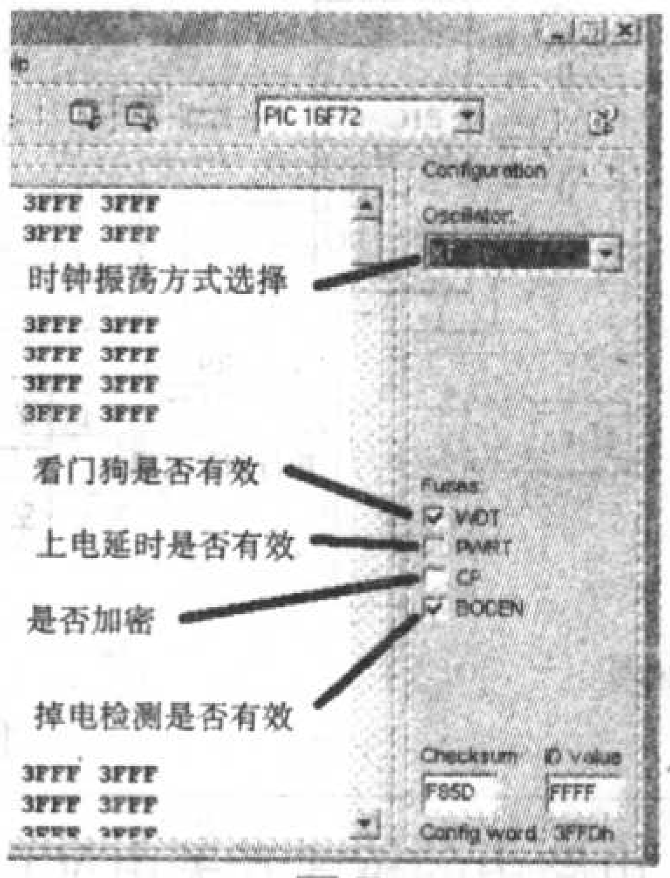


图7

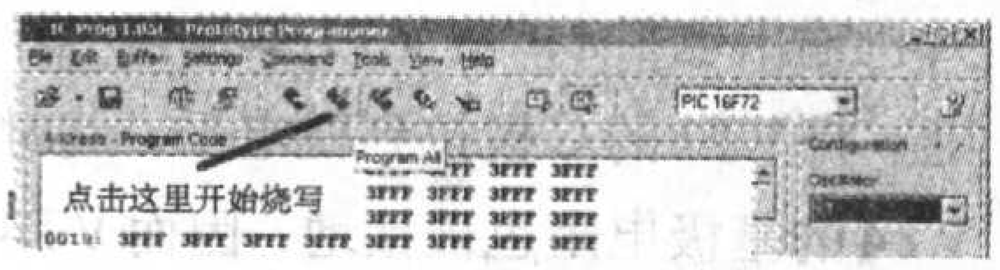
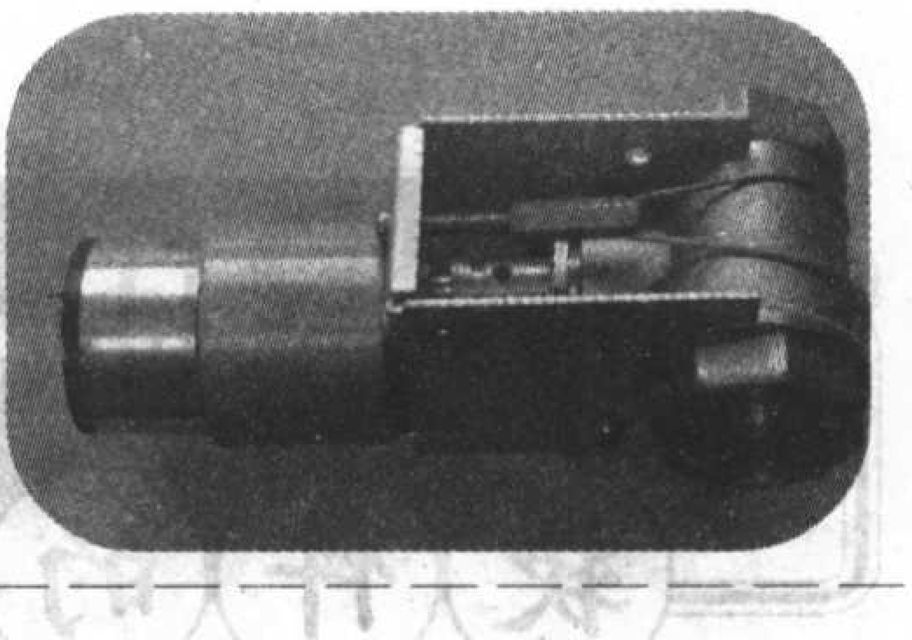


图8

5．选择工具栏中的“Program all”就可以开始烧写了，见图8。

用PIC单片机控制的机电一体阀门



文/付国迎

将单片机与机械执行装置装在一起，组成智能的机电一体化设备是当今的一个潮流，用单片机控制机电一体化阀门也是应用之一。本文介绍的多用途机电一体化阀门是工农业生产中常用于关闭水、油或气体的设备，它的控制核心为PIC16C54单片机。阀门为铜制3/4英寸球形阀，由单片机发出指令控制微型电机去执行开启与关闭阀门的操作，达到自动控制目的，运行时工作人员不必像手动阀门那样在现场操作，可以使用遥控、时控、温度或网络控制，使用时安全、方便，而且运行成本低廉。其原理与方法对读者学习使用单片机控制其他机电一体化设备有一定的启发。

该电路原理如图1所示，其PCB图见图2。

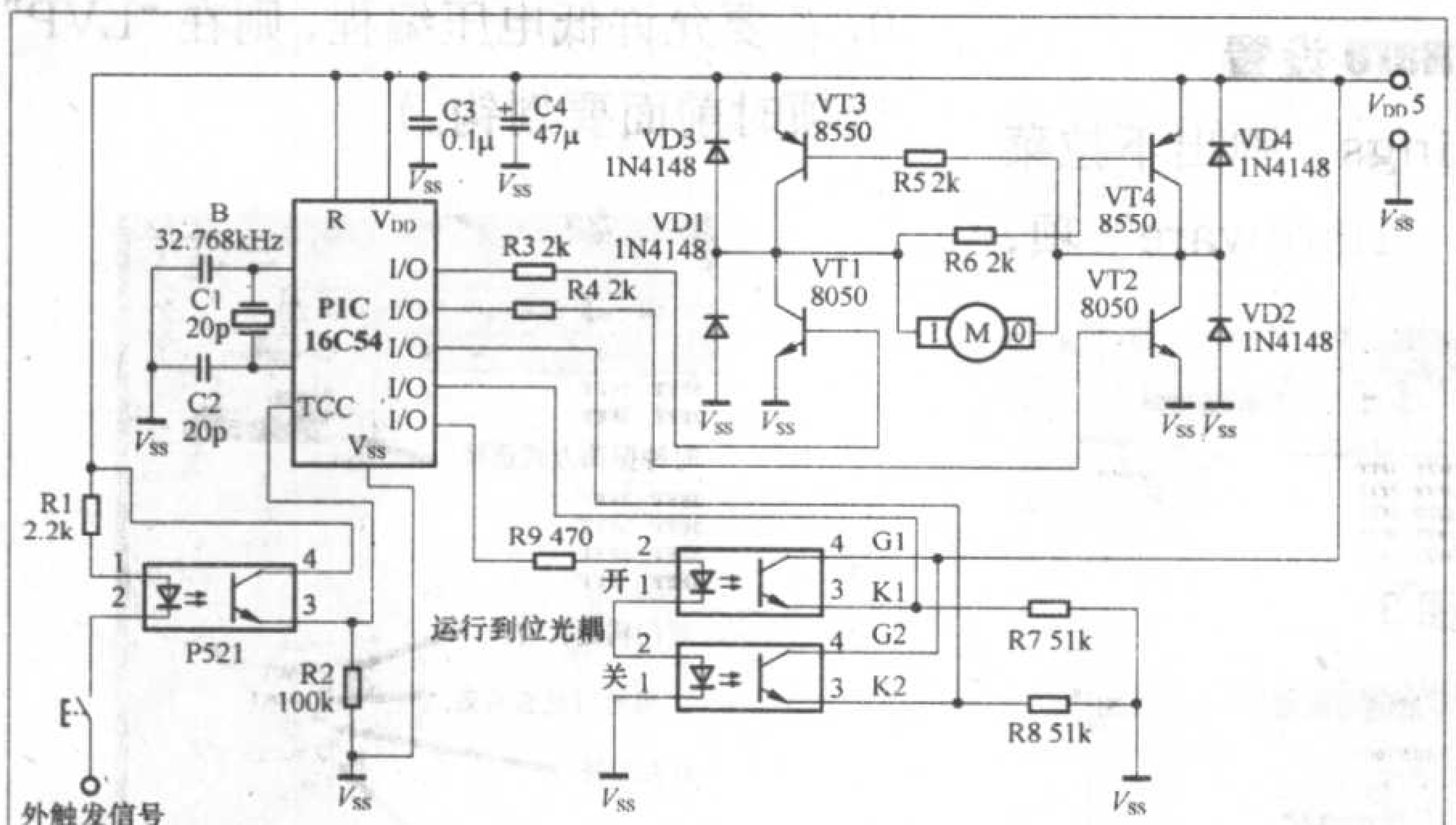


图1

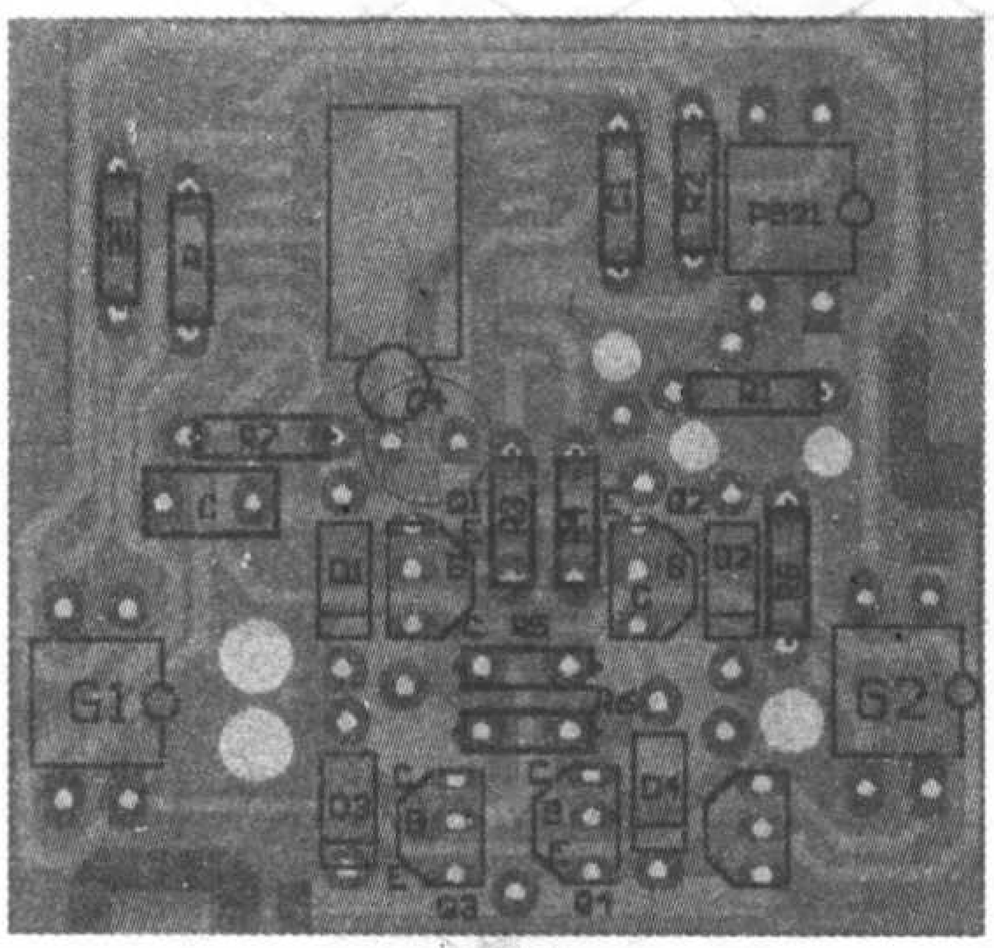


图2

电路中的桥式开关由VT1～VT4组成，当阀门为打开时原理如下：单片机输出电平1，使VT1基极得电导通，将VT1的C极拉到低电平，此时VT4的基极电阻也被接地，因而VT4导通，电源电流由VT4→电机→VT1→V_{SS}，电机得电为左负右正，当电机带动阀门连轴器转动到阀门为“开”位时，与轴连在一起的挡光板挡住了“开”方向到位的光耦G1的红外线信号，使G1的K端变成低电平。单片机查询到这一电平时，立即将VT1的基极也拉至低电平，使VT1截止，引起VT1的C极电压升高，造成VT4截止，使上述开阀电流中断，电机停止转动。由于电机是电感性负载，所以电路安排了续流二极管VD2、VD3来释放剩余的感应电势，以确保桥式开关的4只晶体管不被击穿。

当需要电机反转关闭阀门时，原理与上述相同，只不过是电流方向不同罢了，在此不赘述。

电路中起控制作用的是PIC16C54单片机。将该阀门设计成定时工作模式时，可选用32.768kHz的石英晶体，此时整机静态电流约为60μA～70μA。在单片机中烧写入相应的程序，就可以使阀门每天按要求开启、关闭若干次。一个月的时差在20s～30s，3节五号电池可以运行半年以上。如果将阀门设计成外触发工作模式时，在程序中可插入睡眠指令使静态电流进一步下降到2μA～3μA，每2.3s左右。单片机被内部看门狗“叫醒”去查询是否有外来的信号，流程图见图3。

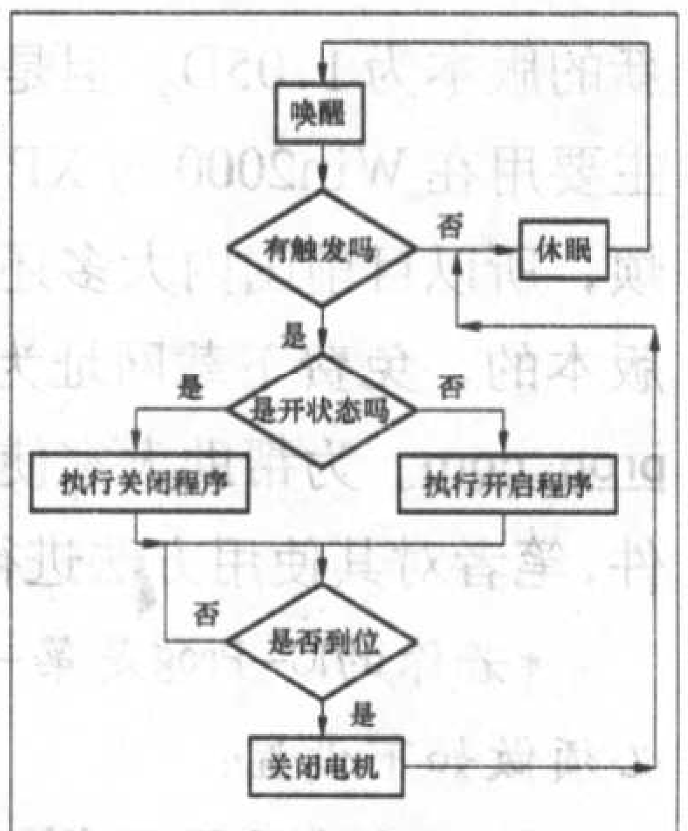


图3

当阀门的执行时间不需要很准确时，也可将32.768kHz的石英晶体与C2去掉，加一只电阻，把单片机改成RC振荡模式，$C=30pF$、$R=100k\Omega$时，振荡频率$f\approx200kHz$，整机静态工作电流约为0.3mA。用RC振荡方式时（见图4），单片机的振荡频率温漂比较大，但低温工作的稳定性反而比一般晶体要好一些。

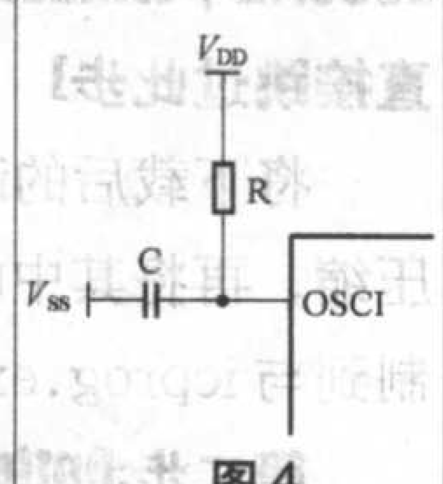


图4

该阀门性能稳定可靠，而且阀门已经通过《国家建筑材料工业建筑五金水暖产品质量监督检验测试中心》的检验标准，其主要技术参数见附表。希望其设计原理能对使用PIC单片机进行机电控制的读者有所帮助。

附表

工作电压	5V
静态电流	0.08mA
运行电流	≤35mA
自开位→关位时间	≈16s
工作压力	0.8MPa
最高介质温度	105℃

关于本文介绍的机电一体阀门的相关销售信息见本期第70页广告。

Protel99 SE 原理图绘制情景十一例

文 / 张国华

Protel99 SE是当前流行的一种电路图设计软件，下面谈谈笔者在绘制电路图当中遇到的一些问题和解决方法，希望能对大家有所帮助。

情景一：

你马上要使用前几天做好的一个设计文件，可是忘记该文件的存放位置了。

对策：

1. Protel 有保存文件历史记录的功能，可以打开Protel查看文件菜单下还有没有前几天打开的文件记录，如果有，当然很快就找到了。如果没有，那就按照下面的第2条来做吧。

2. 日常设计中应该把自己的设计文件集中放在系统盘以外的一个单独的文件夹下，并为这个文件夹和设计文件起一个有意义的名字。如把设计文件放于"D:\PROTEL工作"或"D:\PROTEL设计"下面等。应该把这个文件夹放在系统盘以外，否则如果系统盘出现问题，如系统故障、重装系统等，你的心血就白费啦！

PROTEL的设计文件的名称是用Mydesign.ddb、Mydesign1.ddb、Mydesign2.ddb等来命名的，我们不能从这些文件的名称当中判断出设计文件的内容。因此有必要对设计文件重新命名。可用所设计的内容来命名，如：显示单元、接口单元等。需要注意的是，设计原理图的文件扩展名尽量不要更改，因为在Protel的某些高版本（如Protel2004）中打不开没有扩展名的文件。

说明：在设计过程当中，每时每刻都要保持一个良好的设计习惯。

情景二：

有一天你发现在设计文件夹下有很多文件，如：Backup of 显示单元.sch、Backup of接口单元.sch等，而在你的记忆当中好像没有建立过这些文件。

对策：

这些文件是系统的备份文件，它是由系统自动建立的，我们可以通过对系统环境的设置来避免。方法是：在【File】菜单的左边有一个向下的灰色箭头，单击这个箭头，选择【Preference】，在弹出的对话框中取消"create backup files"前的对勾，这样在以后的设计中便不会再看到这些烦人的备份文件了。不过Protel和Windows的兼容性不是太好，常出现死机的现象，在设计过程当中应该经常保存你的设计文件。

说明：一个好的工作环境是必不可少的，它会使你收到事半功倍的效果。

情景三：

你开始设计Protel文件了，而展现在你面前的是凌乱的界面和很多当前用不着的浮动工具栏，以至于你不得不频繁地拖动原理图来查看设计文件。

对策：

对于设计人员来说，最好根据个人习惯来定制自己的工作环境，把当前不用的浮动工具栏关闭。用到哪些工具栏时，再让它们显示出来。方法是：用【View】菜单下的【Toolbars】中的各项来打开或关闭当前的工具栏。如果你喜欢用菜单或快捷命令来画图，那你完全可以把这些浮动的工具栏关闭。

情景四：

你在设计过程当中，发现管理器中的元件库太多了，有些库根本就没有用到，你不得不在这些元件库中不停地切换，使得工作效率下降。

对策：

由于Protel可提供的元件库数量很多，如果加载的元件库较多，很难迅速从这些库中选择出所需要的元件。一般来说，加载Miscellaneous Devices.ddb、Ti Databooks.ddb 和Sim.ddb即可满足需要。这三个库中含有常见的电阻、电容、电感、二极管、三极管和数字器件等。

情景五：

你需要将Protel设计的电路原理图的一部分复制到Word软件当中，可是在复制的时候却总是将整张图纸一起复制上了。

对策：

较好的方法是：在【Tools】菜单中点击【Preferences】，在弹出的对话框中的【Graphical Editing】页面中取消"Add Template to Clipboard"选项，然后再复制，在Word中就不会再有烦人的模板图，所复制到Word中的也将是你需要的部分了。

说明：在复制过程当中可能会出现元件管脚或导线丢失的情况，解决方法是在要选择部分的左上角和右下角各放置一小数点或文字，并将其颜色设置成白色。若其中包含有汉字，最好将汉字设置为汉字专用字体，因汉字在某些西文字体状态下会呈现乱码。

情景六：

原理图设计当中，你想要旋转一个元件时，突然发现空格键失效了，刚

业余学习制版的几个补充问题

文/黄培根

今年第1~6期上刊登的“跟我学做印制电路板”专题文章已经结束，由于受篇幅限制，有些地方叙述可能不够清楚，有些地方还需要在此作进一步补充说明。另外，在实际制作中还有一些注意事项和技巧也写在下面，供读者学习时参考。

一、关于集成电路元件封装管脚排序

我们在系列文章中是仿照产品小电视机主板的底层铜膜走线绘制PCB图的，通过自己实践，最终要亲手做出一块和它一样的电路板。由于我们在业余条件下是用“敷腊纸”转印PCB图到敷铜板上的，会出现这样一个问题：打印到“敷腊纸”上的PCB图和转印到敷铜板上的PCB图被翻转了180°，如果电视机的外壳已经完成，且面板前调谐旋钮位置必须在右侧，结果我们制作的主板装进去正好左右相反。

要解决这个问题有两个途径：一是绘制PCB图之前就将所有元件封装布局与实物主板元件封装布局“镜像”排列，即左右相向，并且绘制底层铜膜走线图时也必须“镜像”连线，如果这样处理，绘制时会非常别扭。另

才还用得好好的。

对策：

这种情况一般是你刚才用了中文输入法所致，可取消当前状态，把输入法切换至英文状态即可。

情景七：

自己在原理图库中画的元件，放置到图纸上时却找不到了，再仔细一看，跑到图纸的边缘去了。

对策：

这是因为画元件的时候画在边缘而没有画在坐标原点附近，在元件库里修改为放到原点附近后，再用Update命令即可解决。

情景八：

在摆放元件和连接导线时，发现元件和导线总是放不整齐，经常出现斜线，影响了图纸的美观。

对策：

Protel提供线、点两种格式的栅格，在连接导线和摆放元件之前，在【Design】菜单下的【Options】中的【Sheet Options】页面选项中，将“Snap onVisible”、“Grid”两项选中，这样你放置导线和元件时就会以一个栅格为单位进行上下左右移动，元件就容易摆放整齐了，建议在放置元件和导线时不要取消此选项功能，否则绘制出的原理图不标准。

情景九：

在绘制元件图或摆放元件的名称时，你会发现一些名称的位置不合适，不是偏高就是偏低，无法放到合适的位置。

对策：

产生上述情况的原因是在放置文字时系统状态为栅格状态，所以元件名称的摆放位置是以栅格为移动单位的。当需要将文字或名称放置到栅格中合适位置时，可将栅格状态暂时取消，放置完后恢复，方法是：

(1)把【Design】菜单下的【Options】中【Sheet Options】页面选项中的“Snap onVisible”、“Grid”两项取消选择。

(2)用鼠标左键单击【View】菜单中的“Snap Grid”项，即可取消栅格状态，完成各元件名称编辑放置工作后再恢复为栅格状态，该选项具有复选功能，处于选中状态时单击一次为取消，再单击一次为选中。

情景十：

在用查找功能向原理图放置元件时，知道在库中含有这个元件，而系统却告诉你没有找到。

对策：

这是由于Protel和Windows某方面的冲突以致打不开这些元件库文件引起的，解决方法是，保存当前工作，退出Protel后再重新打开，再次查找即可。

情景十一：

你需要将画好的原理图中的所有510Ω的电阻全部换为1kΩ的，而原理图中有几十个510Ω的电阻。

对策：

可以用Protel中“Global”按钮的全局修改功能，它的功能是修改本对象属性的同时也修改其他对象的属性。方法是：双击任一510Ω的电阻，在属性对话框中点击“Global”按钮，然后在“Attributes To Match By”区域中的Lib Ref文本框中输入RES2，在“Copy Attributes”区域中的Part Type文本框中输入{510=1k}即可。利用这项功能，我们还可以全局修改元件的封装等其他特性。

以上介绍了笔者在使用Protel软件绘制电路原理图时遇到的一些小问题，希望能对大家有所帮助。

一种解决方法就是将集成电路的封装管脚排序作修改，就是系列文章之一所提到的那样，使它与看到的实物主板上的集成电路封装管脚排序一样，这样处理后，在绘制底层铜膜走线时就可以“照葫芦画瓢”了，然后在打印底层铜膜走线图时，再将该层设置成“镜像”打印模式，最终转印到敷铜板上就和实物主板一样了，见图1～图3所示。小电视机主板上一共有3片集成电路，它们的元件封装管脚排序都作了同样修改，其他自建元件封装的管脚已经考虑了排序，故不存在这方面的问题。需要特别指出的是，这种处理方法仅适用于本例模仿绘制电路板，如果仿做其他不受外壳制约的电路板或是自己根据原理图设计、绘制电路板就不能这样处理了，否则会造成集成电路元件封装管脚排序混乱。

二、关于表面光滑的“敷腊纸”

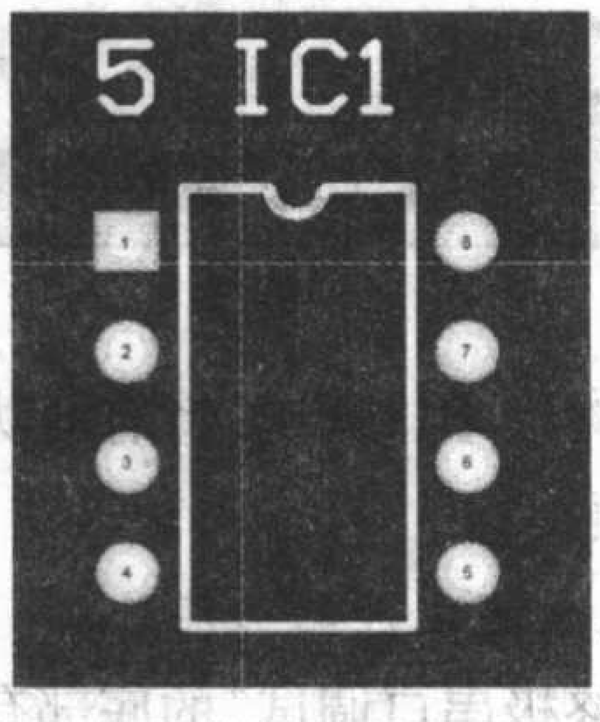


图1 没有修改的集成电路DIP-8封装

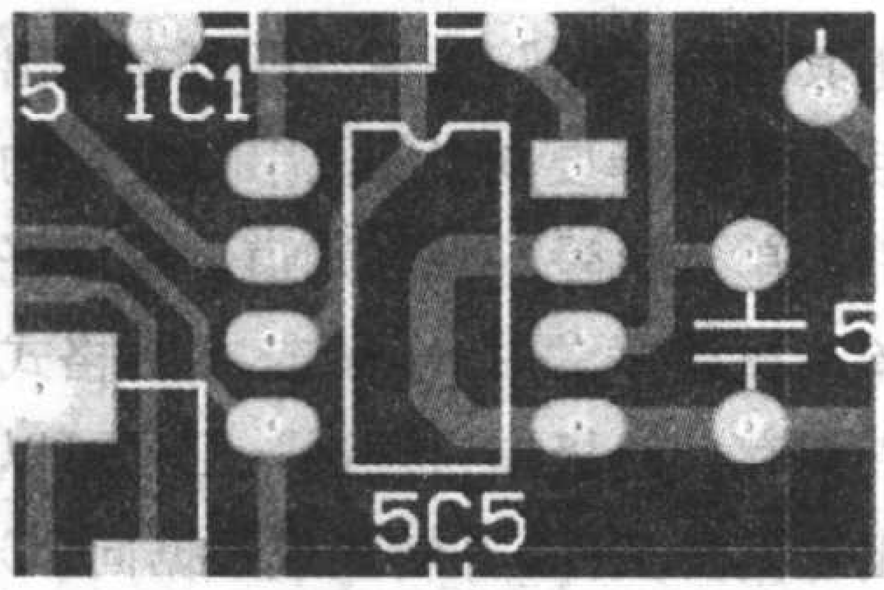


图2 修改后绘制的PCB图

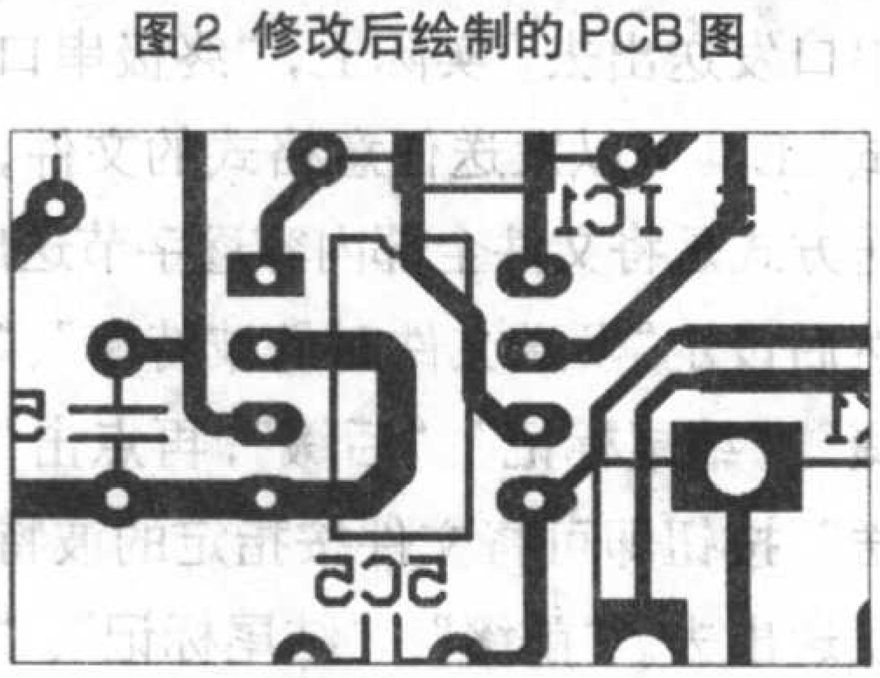


图3 打印到“敷腊纸”上的PCB图

业余条件下转印PCB图到敷铜板上是用一种表面光滑的纸，邮购商神密地给它取名“特殊转印纸”，其实它就是生产不干胶纸厂的半成品，也就是不干胶下面的衬纸。这种纸表面光滑，像涂了一层“腊”，故且称它“敷腊纸”，或是敷了一层化学物质的光滑纸。这种纸只要到有广告、名片制作业务的商店很容易找到，不干胶揿走后留下的衬纸是当废物丢弃的，所以业余学习制版可以省下买“特殊转印纸”的冤枉钱。

另外，规模稍大一点的有写真广告业务的商店，用的是一种商品名叫“PP背胶相纸”的大型整筒不干胶纸，制作大型广告后往往留下大量整筒不干胶衬纸当垃圾处理，这正是我们业余学习制版取之不尽的源泉。但这种筒装不干胶衬纸有一点不足，就是裁下的纸张不易压平有点卷曲，如直接放入打印机中打印，会造成进纸不顺利，甚至卡纸。这里介绍一种非常实用的解决办法：先剪下一段约宽3cm左右的普通A4打印纸，将它用透明胶带粘贴在“PP背胶相纸”前端作为引导纸，再放入打印机中打印就跟平常用A4纸打印一样方便了，如图4、图5所示。

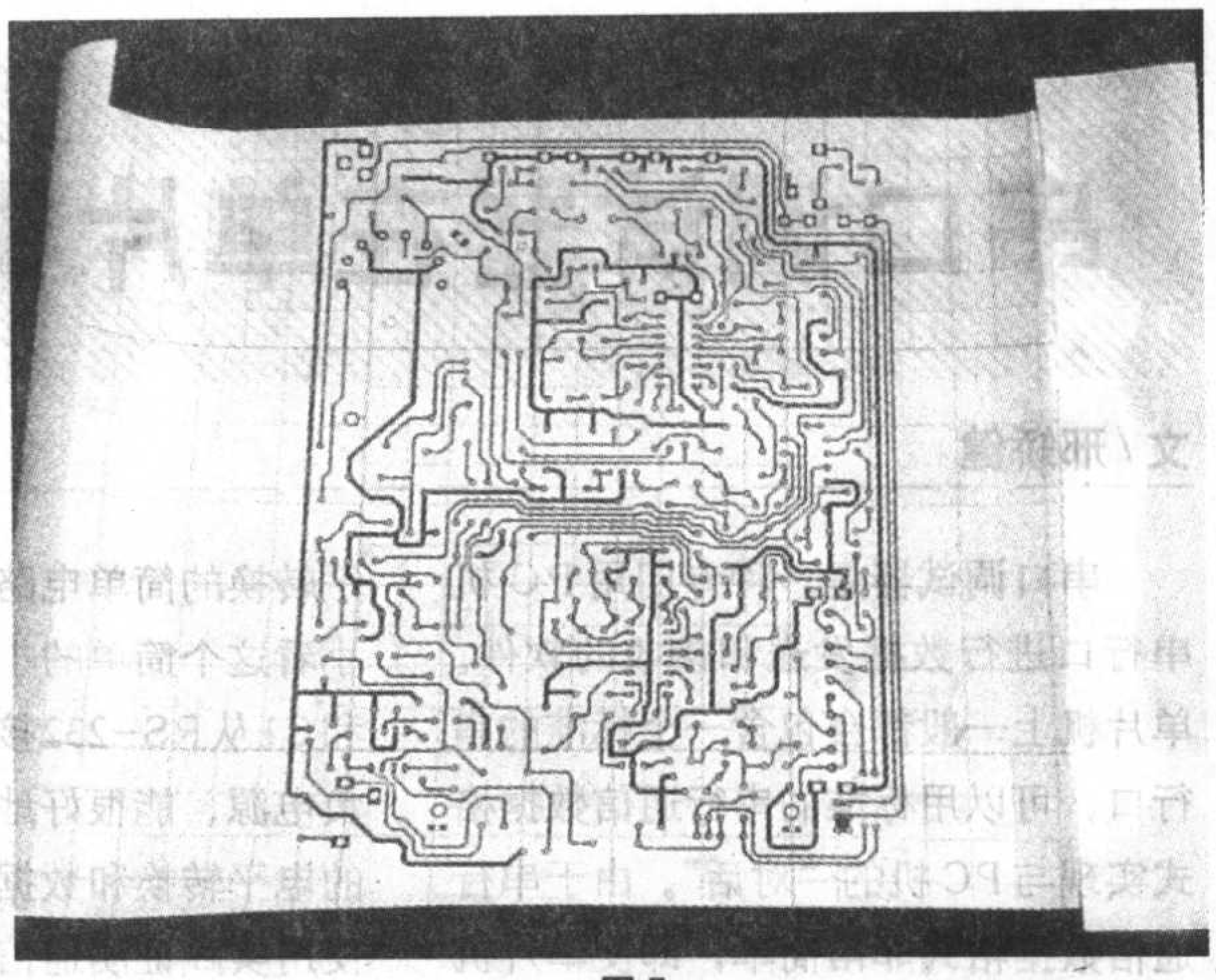


图5

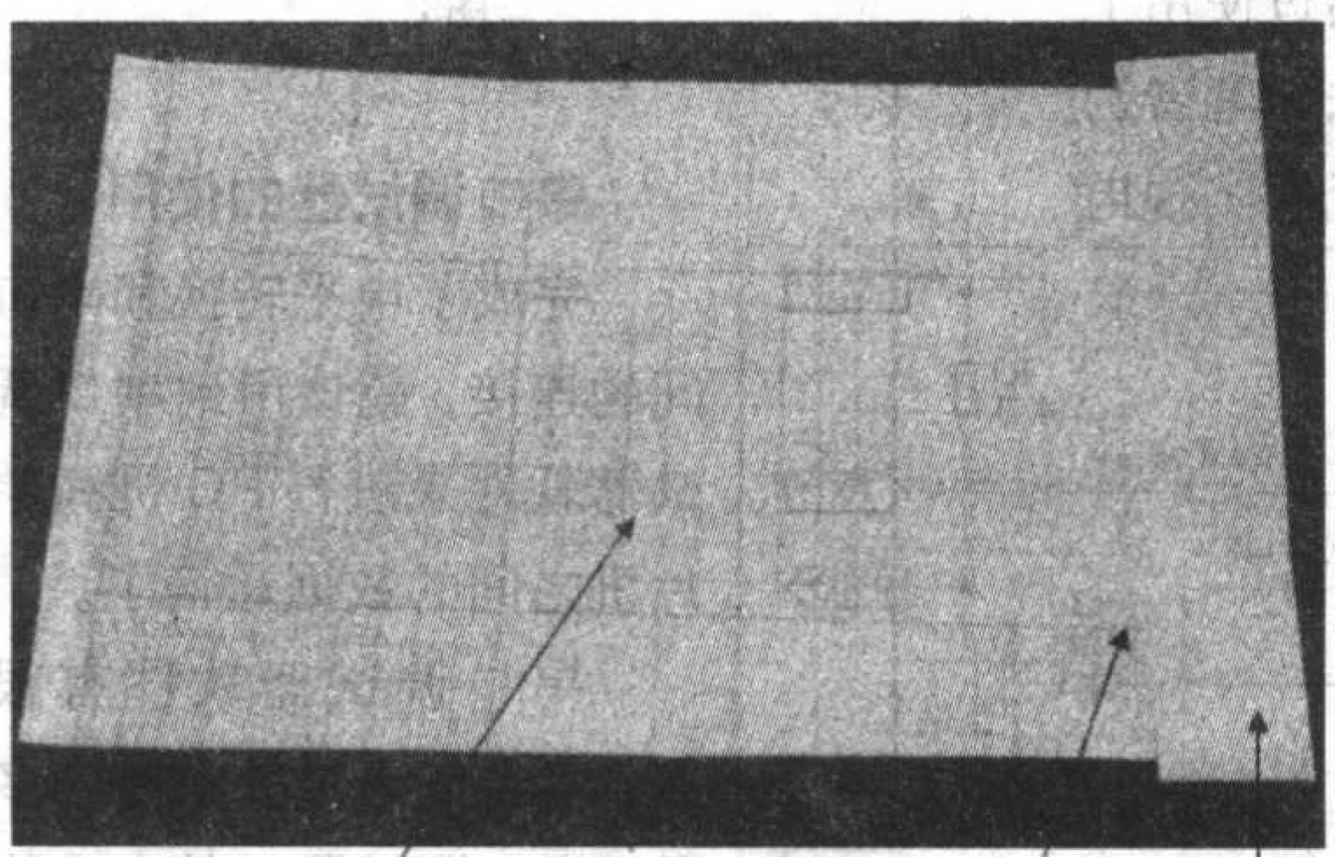


图4

三、激光打印机的选用和打印技巧

用激光打印机打印PCB图有两点要注意：一是打印时应该在“PP背胶相纸”衬纸下面垫放几张A4打印纸，忌用单张“PP背胶相纸”衬纸打印，这样可能会造成进纸不顺利；二是选择烘干温度较高牌号的激光打印机打印PCB图。

使用实践中发现多种牌号激光打印机由于烘干温度不够，不能胜任打印所有用“敷腊纸”转印的PCB图，打印到普通打印纸上的PCB图非常容易和清楚，打印到“敷腊纸”的PCB图却有时会出现残缺不全，这是因为打印到“敷腊纸”上的PCB图由于碳粉量多，需要更高的温度烘干粘牢。根据经验，选用hp系列激光打印机打印PCB图效果较好。

串口调试器在单片机开发过程中的应用

文 / 邢矫健

串口调试器是一种专门用PC机串行口进行数据发送和接收的软件。单片机上一般都会包含一个标准的串行口，可以用标准的串行通信数据格式实现与PC机的“对话”。由于串行通信数据格式非常简单，即使单片机没有内置标准的串行口，也可以用口线加上简单的软件实现模拟的串行口。而串口调试器，可以实现通过PC机串行口进行直观的数据发送和接收，使得单片机串口通信的开发过程变得简单。对于初次进行单片机串口开发的单片机爱好者，尤其如此。本文将对串口调试器软件的使用作一详述。

串口连接线

典型的RS-232串口的信号在正负电平之间摆动，在发送数据时，发送端驱动器输出正电平在+5V～+15V，负电平在-5V～-15V，而单片机串行口一般为TTL电平（0V～5V）。两个串口之间不能简单地直接用电线连接。

为了解决两个不同电平接口的连接，常用MAX232、ICL232、MAX202等专用芯片来实现RS232规定的±12V电平与TTL电平（0V～5V）的转换。本刊以前介绍过使用上述芯片进行电平转换的方法，笔者为大家介绍一个用几个分立元件实现电平转换的简单电路，如图1所示。不要小看这个简单的小电路，它利用VD2和C1从RS-232接口获取通信所需的负电源，能很好地实现两个接口之间的电平转换和数据通信，经笔者多年使用实践证明通信效果十分优秀，而且，在工作电压为3.3V时，仍非常稳定。

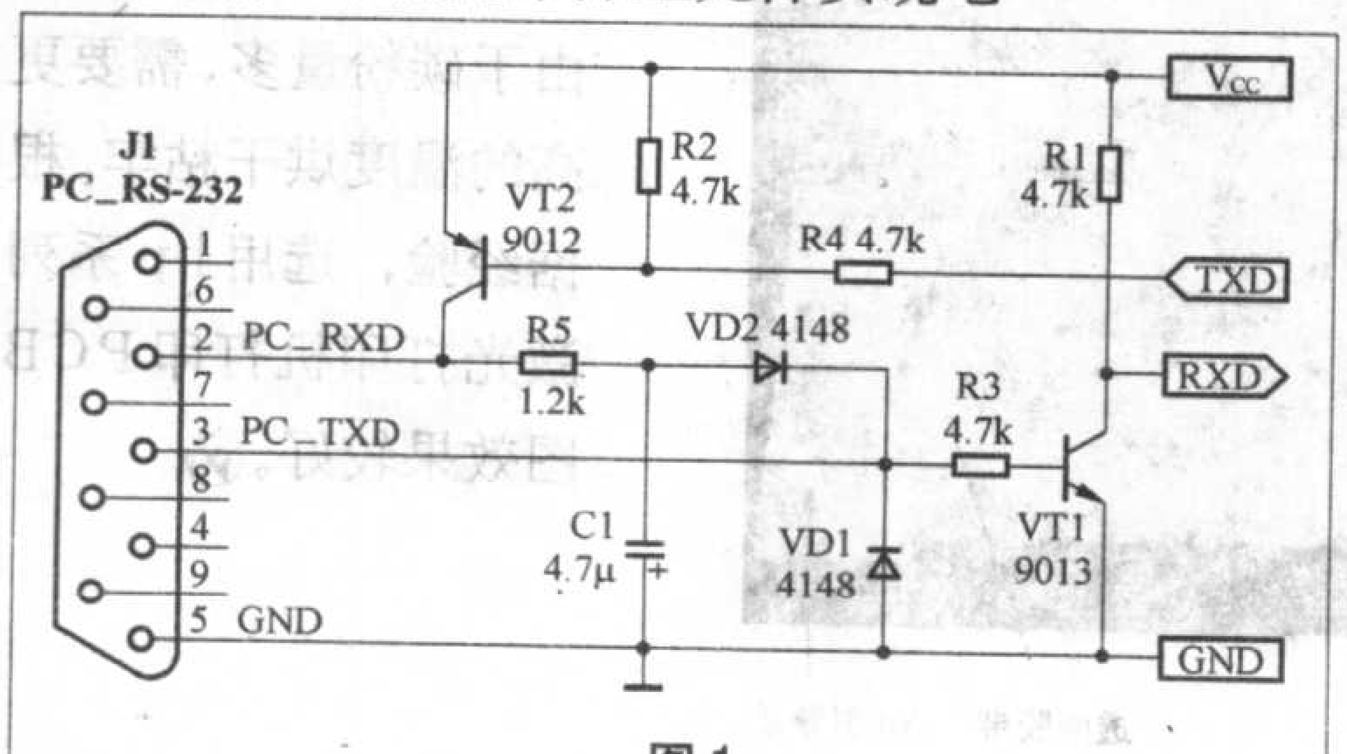


图1

一般来说，电平转换电路会放在单片机端的电路板上，但如果将图1电路做成一块小巧的电路板，即可装进RS-232插座，用四芯线缆将V_{CC}、TXD、RXD、GND引出，即制成了一条通用的串行数据通信线。实际上，市面上一些电子产品的数据下载线也是这样制作的。笔者手中有一条“步步高”电子词典用的下载线，经剖析，其所用的完全是以上电路，不过它使用了贴片元件，结构显得更精巧。剖析后发现，其引出端插针排列如图2所示。注意，其V_{CC}插针与另三个插针之间空了一个针脚位置，很容易识别。

图2

串口调试器的使用

完成了电平转换和串口间的连接，就该用到串口调试器软件来进行PC机和单片机之间的数据通信了。

串口调试器软件有很多，笔者使用过的就有十多种。串口调试器的基本功能就是通过PC机的串行口收发数据，不过也会加入一些特别的功能，如发送字母(ASC码)、发送汉字(区位码)、自动重复发送等。

下面介绍一款由笔者编写的串口调试器软件——“终极串口调试”(见图3)。

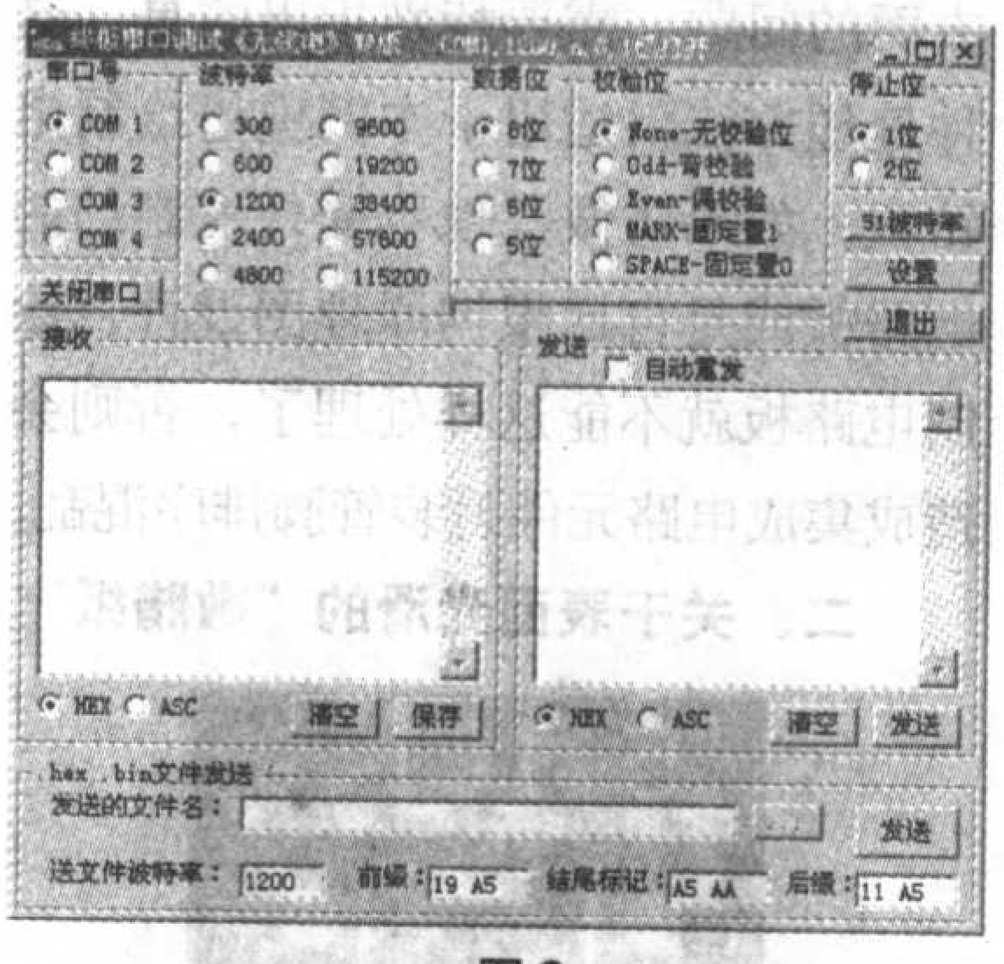


图3

“终极串口调试”特有的功能有以下几项：

1. *发送文件的功能*

“终极串口调试”的底部有一个专门的“.Hex\.Bin文件发送”框。点击其中的“…”按钮，即可在弹出对话框中选择要向PC机串口发送的文件。单片机爱好者都知道，编译好的单片机程序常用.Hex或.Bin格式文件保存。“终极串口调试”工具可以读出这两种文件，并转换成数据向PC机串口发送出去。实际上，“终极串口调试”工具可以发送任意格式的文件，发送方式是将文件全部内容逐字节送出，然后设定“发送文件时的波特率”、“前缀”、“结尾标记”、“后缀”，再点击“发送”按钮即可将文件按指定的波特率发送出去。“前缀”、“结尾标记”、“后缀”是在发送文件过程中附加的十六

进制数据代码，需要和单片机端程序配合起来发挥作用。默认的代码可以和与本程序同时提供的单片机端程序配合完成将PC机上的.Hex或.Bin格式文件通过串口连接送入单片机端指定RAM存储器，并进行相关的操作。如果只要发送文件，不需要这些附加的十六进制数据代码，只需将框里的内容清空即可。

2.保存接收数据功能

点击接收框下面的“保存”按钮，可以将接收框里的数据保存为.Hex或.Bin格式的文件。

3.延时发送的功能

单片机在收到PC机串口发送过来的数据代码后，需要花一定的时间来处理或保存接收到的数据。如果连续不间断地向单片机串口发送数据，单片机端将会出现因为来不及读取或保存而发生数据丢失和错误的处理结果。“终极串口调试”针对这种情况，专门设置了延时发送功能。点击“设置”按钮，可以在弹出的对话框中看到“命令串间延时”、“单字节间延时”、“文件块间延时”、“自动重发间隔”几个延时设置项（见图4）。其中“自动重发间隔”用于控制自动重发过程的时间间隔。“命令串间延时”专门用于设定“前缀”、“结尾标记”、“后缀”之间的间隔时间，即在命令代码发送完成后，间隔一段时间，再送出接下来的内容，使得单片机能够有时间保护现场，做好接收准备等工作。“单字节间延时”则是设定在每一字节发送完成后都要间隔一段时间，再送出下一字节，包括文件内容的每一字节之间和发送框内容的每一字节之间。需要注意的是，发送大量的内容时，“单字节间延时”微小的增加都会使发送过程明显变慢。“文件块间延时”是指将较大文件分成相同大小的块，每间隔一段时间发送一个块，“终极串口调试”软件定义的块大小为512字节。

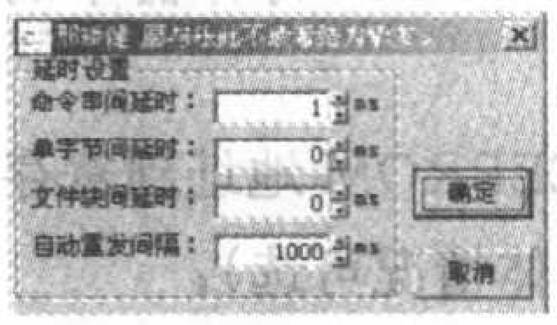


图4

4.51波特率计算器

为了方便用户开发单片机端的串口收发程序，“终极串口调试”附带了一个“51波特率计算工具”。点击“51波特率”按钮，即会跳出“51波特率计算工具”窗口（见图5）。

图5

只需输入“你需要的波特率”、“系统时钟”、“容许偏差”，即可获得MCS-51单片机所需要T1重装载数值。同时，列出了其他常用波特率所需的T1重装载数值，供参考。其中“倍频”是指SMOD位置1的情况，这时可以获得更高的波特率，反之则可获得更低的波特率。

“终极串口调试”软件可在本期配刊光盘里找到，将同在“终极串口调试”文件夹下的rt.a51文件编译后烧录到MCS-51单片机的程序存储器中，用本文前面所述的电路将PC机串口和单片机串口连接起来，就可以调试串口通信过程了。当“终极串口调试”向单片机串口发送一个字节数据时，就可以从接收框里看到有一个同样的数据由单片机端送回，则成功了！

“终极串口调试”可以让你在不用编写PC机程序的条件下，实现通过PC机串口与单片机串行数据通道。

串口调试助手软件介绍

文/邢矫健

笔者为您介绍一款功能比较全面的窗口调试器软件——串口调试助手，其界面如附图所示。图中左上角是一个设置框，可以设置PC机的串口号、波特率、数据位、停止位，打开或关闭串口。右边的大文本框为串口接收区，PC机的RS-232串口接收到的数据将会显示在这里。大文本框左边有一个选项框“十六进制显示”，打✓则接收到的数据会以十六进制数的形式显示，不打✓则接收到的数据会作为ASC码显示为相应的字符。

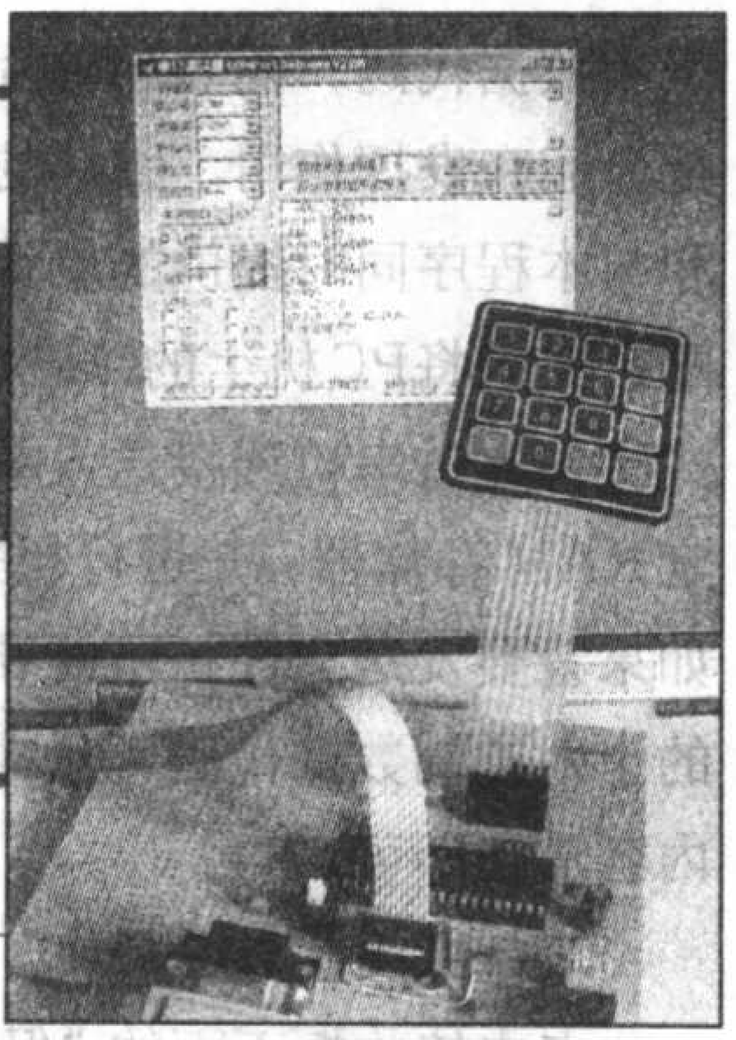
大文本框以下的部分是通过PC机串口向外发送数据的功能区。下面的小文本框内可以输入要向串口发送的数据内容，点击“手动发送”按钮就可以将数据通过PC机的串口向外送出。“手动发送”按钮左边有一个选项框“十六进制发送”，打✓则送出内容框内应写入形如“2A 33 D7 04 ”这样的十六进制数据（每个数据为两位十六进制数，即8位二进制位，数据间用空格隔开），串口会将数据逐个送出；不打✓则每个字符将被译成ASC码逐个送出，如送出的内容“2A 3”将被译为“32 41 20 36 ”（4个字符的ASC码，其中的20为空格符的ASC码）逐个送出。“手动发送”按钮下方有一个选项框“自动发送”，如果打✓，则每隔一个“自动发送周期”就自动发送一次送出框的内容。

“串口调试助手”是一个非常不错的串口调试软件，但是对于在单片机开发过程中常会用到的.hex和.bin文件，“串口调试助手”不能正确发送。

该软件下载地址为 http://www.skycn.com/soft/5480.html。

用 ATMega16 打造独特的密码保管箱(上)

——ATMega16 内部 EEPROM 的应用



文/李鹏飞

数字化方向的发展在给我们的生活带来巨大便利的同时，也带给我们一些小小的麻烦：我们需要记忆的密码越来越多，银行卡，信用卡，EMAIL，甚至家中的门锁。由于这些密码的重要性，即便把它们存储在电脑的某个角落之中，我们仍然担心由于种种原因而造成的密码泄露或遗失。

ATMega16 作为一款嵌入式单片机，用来存储密码是非常合适的。首先相对于家用PC，它是工业级的产品，可以更有效地保证存储的密码不会因为外部的温湿度等环境条件的变化而被破坏。其次，ATMega16 不需要操作系统，直接运行用户自行编写的程序，具有很好的个体性。再次，其内部可加密的 EEPROM 存储器相对于外部 EEPROM 存储器增加了通过非法手段直接读取 EEPROM 中内容的难度，从而提高了安全性。

本文中，笔者用 ATMega16 设计的密码保管箱将会是这样：它有一个 4×4小键盘供我们操作，并通过串口调试工具将密码保管箱对操作的反应显示在电脑上，电路见今年第5期杂志第39页文章，在硬件上我们不用添加任何器件。它的工作过程是：将各种各样的密码存入 ATMega16 的 EEPROM中，然后设置一个密码保管箱的密码，当输入正确的密码保管箱密码，则把所有存储的密码通过串口送到电脑上显示。

要完成该设计，我们需要首先了解如何操作 ATMega16 的内部 EEPROM存储器。ATMega16内部有512个字节的EEPROM存储器，可以单独对每一个字节进行读取或写入，并且具有至少10万次写入/擦除周期的寿命。EEPROM通过相应的寄存器进行操作，其中有：

1.EEPROM地址寄存器EEARH、EEARL

表1

15~9位	8~0位
保留	EEAR8~EEAR0

EEPROM 的高位地址寄存器 EEARH 中只有EEAR8位有效，与低位地址寄存器EEARL组成9位的地址空间可以寻址到整个512字节，用于指定 EEPROM 地址。

2.EEPROM 数据寄存器 EEDR

表2

7	…	0
数据位7	…	数据位0

如果是写EEPROM 操作，则 EEDR中包含了将要写入EEPROM中的数据。如果是读EEPROM操作，读出的内容在 EEDR 中。

3.EEPROM 控制寄存器 EECR

表3

7~4	3	2	1	0
保留	EERIE	EEMWE	EEWE	EERE

位3-EERIE: EEPROM准备完成中断允许。如果全局中断I使能，且置位 EERIE，则如果 EEPROM 准备完成，将引起中断请求。清零EERIE将屏蔽该中断。

位2-EEMWE: EEPROM主机写入允许。该位决定是否允许对EEPROM进行写入操作。当EEMWE被置位时，在 EEWE 为1的4个时钟周期内，将写数据到指定的地址；当EEMWE为0，设置EEWE为1不能触发写 EEPROM 操作。

位1-EEWE：EEPROM 写允许。

该位作为 EEPROM 的写入触发。当地址和数据被正确设置以后，且EEMWE为1，则置位EEWE，将触发数据写入EEPROM。如果EEMWE不为1，EEWE不能触发写EEPROM的操作。写 EEPROM 应该遵循以下步骤：

(1)等待EEWE为0，即EEPROM为空闲状态；

(2)等待SPMCR 寄存器中的SPMEN 位为0；

(3)写新的 EEPROM 地址到寄存器 EEAR（视具体情况可选)；

(4)写新的 EEPROM 数据到寄存器 EEDR（视具体情况可选)；

(5)写1到EEMWE，并同时写0到EEWE；

(6)在写1到EEMWE 后的4个时钟周期内，写1到EEWE 位。

步骤（2）一般情况下可以省略，还需要注意的是，在步骤（5）和步骤(6)之间发生中断将使写入过程失败，因此建议在对 EEPROM 进行写操作时清零全局中断允许标志位以屏蔽所

有中断。

位0–EERE：EEPROM读允许。该标志作为读取EEPROM操作的触发。当EEAR寄存器被设置了正确的地址后，向EERE位写入1，将触发EEPROM的读取操作。

简单的读写EEPROM的C代码见本期配刊光盘的本文目录。

有了上述内容，实现“密码保管箱”实例的程序流程就比较简单了。先完成ATMega16单片机的初始化，其初始化代码可以通过ICC AVR软件自动生成。之后，程序开始检测4 × 4小键盘上的输入，如果小键盘的输入与程序中设定的密码管理箱密码相同，则将存储在EEPROM中的密码送到串口中通过电脑或液晶显示模块进行显示。当然，我们还需要考虑一些编程细节，比如如何比较设定的密码与用户输入的密码等。关于小键盘的操作我们在今年第5期第39页的文章中已经用汇编语言实现过，本期配刊光盘中给出了采用C语言编写的程序，代码看起来更清晰易懂。

设计好程序后，我们可以用上期介绍的ICC AVR软件进行程序的编译。打开ICC AVR，建立一个工程psmanager，并在工程选项里设定芯片为ATMega16，然后选择Tools→Application Builder，或者点击菜单栏上的快捷图标，进入应用程序生成器，可以帮助用户快速生成初始化

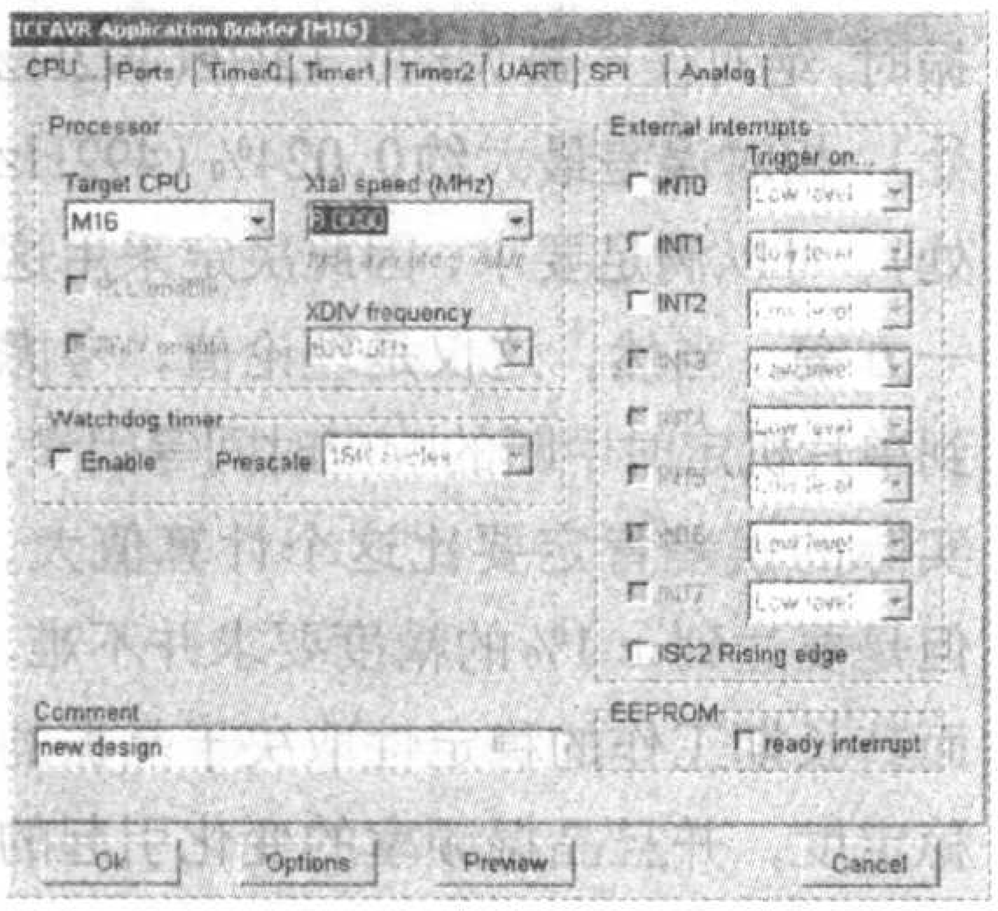


图1

等相关代码。

如图1所示，Target CPU选择M16，Xtal speed根据实际使用情况选择。在Ports项里面是端口初始状态的设置。Timer0、Timer1、Timer2中分别是ATMega16的3个定时器的设置。UART中是串口的设置。根据实际需要选择合适的设置，然后点击OK，ICC AVR会按照所设置的选项产生初始化代码，用户也可以自行编写初始化代码。

将Application Builder产生的代码保存为main.c，并且加入工程。接下来将需要写入EEPROM的密码生成*.eep文件，假设有两组密码需要存储，分别是建设银行卡密码（为123456）和EMAIL ABC@163.COM密码（为ABCDEFG），并设定密码保管箱的密码为“567890”。

ICC AVR用以下方法产生用于写入EEPROM的eep文件：

```
#pragma data:eeprom
//设置数据区到EEPROM
char key[]={'5','6','7','8','9','0'}
char password[] = {"CBC:123456%ABC@163.COM:ABCDEFG$"}
//假设我们用"%"作为密码之间的分割；"$"为密码结束标志
#pragma data:data
//设置数据区回到数据存储器
```

将以上代码添加在main.c中，注意必须紧跟着头文件之后。这样ICC AVR编译完成后，除了生成单片机执行文件*.hex，同时还将产生一个eep文件，可以通过Ponyprog软件写入ATMega16的EEPROM存储器中。由于某种原因，在ATMega16的0~511共512个字节的EEPROM中，在地址0处的字节是不能使用的，所以上面的密码将从EEPROM的地址1处依次存储，即ATMega16可用的EEPROM为511个字节。

本例程中将功能相关的函数放在一起构成一个C文件，因此在一个工程中会有多个C源文件，这样做的好处是使得结构清晰，修改和扩充都很方便。但是要注意文件包含问题，可以查阅相关的C语言书籍。

本文中所有的源代码可以在本期配刊光盘中找到。

在完成所有的代码后进行编译，将编译后生成的hex文件和eep文件一起写入ATMega16。步骤如下：打开Ponyprog软件，选择File→Open Program(FLASH) File，选中生成的hex文件；再选择File→Open Data (EEPROM) File，将文件类型更改为*.eep，然后选中eep文件。连接好硬件后，点击Command→Write All，即可写入。

图2

工作中的系统如图2所示。

因为本文介绍的“密码保管箱”要借助于电脑进行显示，还不够独立，笔者将在下期介绍如何使用ATMega16控制液晶显示屏，让密码保管箱可以独立使用。

文后练习：

1. 为密码保管箱增加如下功能，连续输入6次错误的密码保管箱密码后，系统自动清除存储在EEPROM中的所有内容。

2. 再增加一个功能：用户可以更改密码保管箱的密码。

全数字信号发生器的硬件设计

文/周 坚

工业设备常用频率量信号作为采集量，如使用光电编码器采集数据，当调试使用频率信号的设备时，由于机械等部分还未动作，无法采集信号，因此需要使用信号发生器。对于在工业现场使用的设备，其要求与实验室设备并不相同，如果直接使用实验室中所用的标准信号发生器，往往会觉得其体积过大、价格太高、使用较麻烦等。工业现场使用的设备，其绝对精度要求并不高，关键要稳定可靠，便于携带和使用。为了替代工业现场的频率采样装置，典型的如光电编码器，笔者制作了一款信号发生器，其性能指标如下：

频率范围：0～1Hz，以0.1Hz步进，1～500Hz，以1Hz步进；波形：矩形波或方波均可；精度：频率值的相对误差不超过±1%；功能：(1)信号发生，以给定的频率输出信号；(2)脉冲个数计数，可对本身已发出的脉冲个数进行计数；(3)设定值可存储，每次上电自动调出前次设定值。

设计方案

在确定了性能指标后，即可进行初步设计，考虑其显示、操作等方面的要求。

1.显示部分

待设定的频率值最高为500Hz，只要3位数码管即可。要求对输出脉冲计数，虽未给出要求的计数值，但3位数码管最大仅能计到999，似乎太少了一些，考虑到该仪器以后的扩展，如希望以后能加一些高端点频（600、700、800、900、1000、2000、5000、10k等），就需要更多的数码管显示，因此最终选择5位数码管显示。

2.键盘部分

键盘有很多方案可供选择，如工业品中常用的三键或四键方案，当然也可以用多键（如市售有一些标准的12或16键键盘）等，经过反复比较，考虑到易制作、易使用等诸多因素，最终将键的个数确定为5个。

键盘操作方案是仪器易用性很重要的一个方面，这并非仪器的关键部分，但键盘、显示程序的工作量往往占据整个设计的很大一部分。对键盘设计，重要的是要确定各按键功能，描述出各键的具体操作。

本仪器的按键设计如下：

A.工作状态描述

由转换键切换两种状态：

(1) 显示设定的频率值；

(2) 显示脉冲个数值。

B.键定义

切换键、增加键、减少键、开启/停止键和清除键。

C.键操作描述

切换键：切换两种工作状态。

增加和减少键：在显示设定频率值时用，按增加键、减少键设定频率，范围为0.1～500Hz，每按一次增加键，设定值加1，如果按着键不放，稍后进入连续状态，设定值快速增加；按减少键，设定值减1，如果按着键不放，稍后进入连续状态，设定值快速减少。当频率设定值小于1以后，每按一次增加或减少键，设定值增加或减少0.1。

开启/停止键：开始/停止信号发生。

清除键：用于清除当前脉冲个数的计数值。

D.工作过程

开机后，信号发生器自动运行，有信号输出，按下“开启/停止”键，则信号发生器停止工作，没有信号输出；再次按下“开启/停止”键，则信号发生器又开始工作，继续输出信号。

信号灯用于指示信号发生器工作还是停止：当有信号产生时，信号指示灯闪烁；信号发生器暂停工作时，信号指示灯灭。

硬件电路的设计

在确定了性能指标、操作方案后，首先要确定信号产生的方式。该信号发生器的绝对精度指标不高，但是其要求的最低频率低至0.1Hz，而最高分辨率也要求达到0.1Hz，如果采用模拟技术难以实现，或需要付出较高代价才能做到。考虑到仪器的最高输出频率仅为500Hz，而且只需要提供方波或矩形波，所以采用单片机来设计全数字信号发生器。

有了这一设计思想，需要确定该方案是否可行，该方案准备采用单片机的定时器产生信号，由于定时器的定时时间只能是整数，因此，不可避免地会在一些频率点上产生误差，为此，笔者对计数值、真实频率值作了测算。经过测算表明，当采用12M晶振时，绝对误差最大约0.12Hz(492Hz处)，相对误差最大约0.024%(492Hz处)，可以满足要求，因此决定采用这一方案。当然，这仅是理论值，考虑到单片机定时中断的响应时间等因素，实际的误差肯定要比这个计算值大，但是要达到±1%的精度要求并不难，而其长期工作的稳定性取决于晶振的稳定度，并且晶振频率的变化引起的输出频率的变化也很微小，因此其长

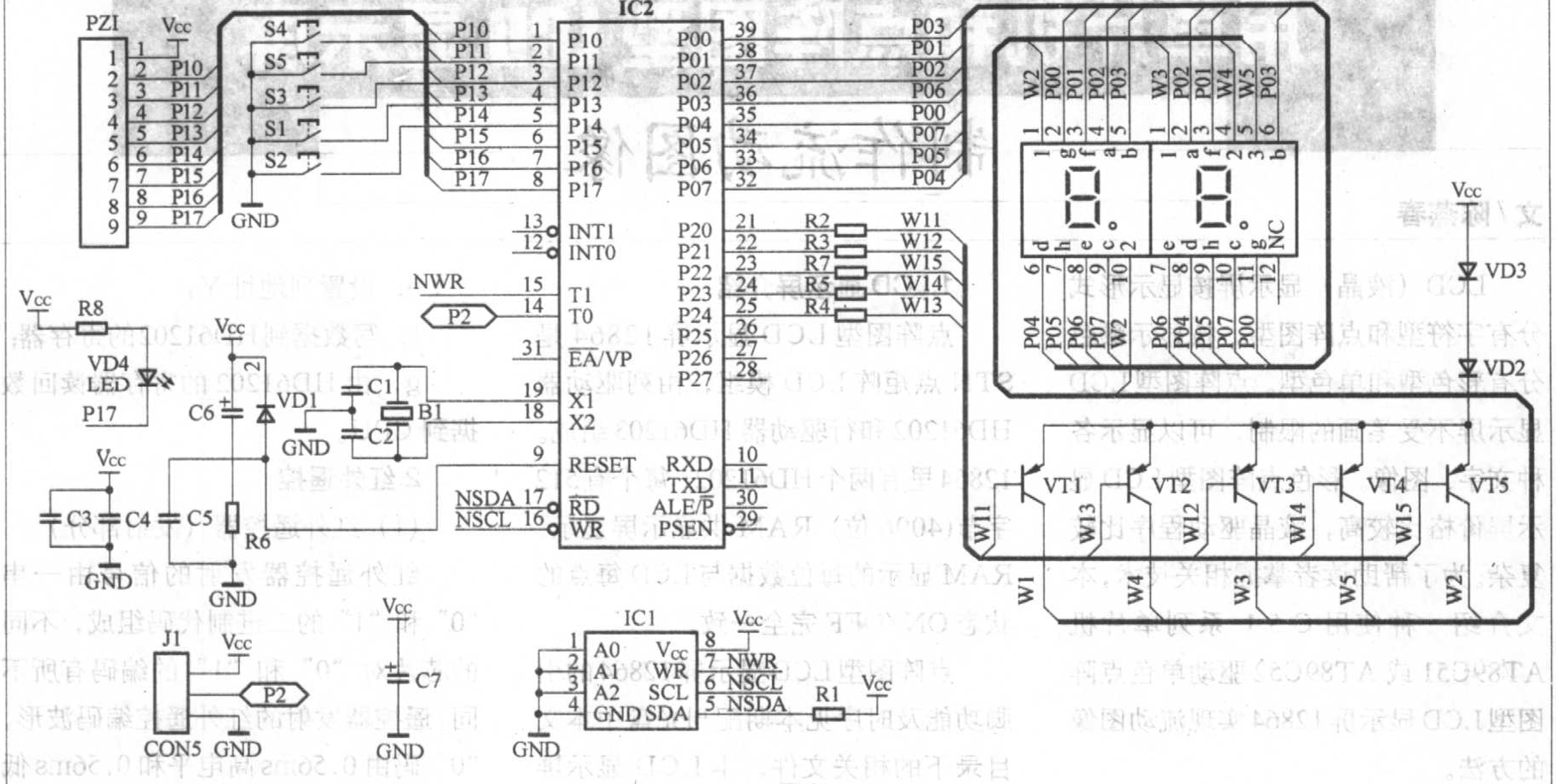


图2

期工作稳定性也很好。

完整的测算表格在本期配刊光盘的本文目录中。

确定了信号发生的方式后，综合初步设计中提出的一些技术指标要求，进一步确定具体的实施方案。根据以往的设计经验，显示部分由单片机的P0口与P2口直接驱动，数据存储则采用串行EEPROM。信号由单片机的一个I/O口输出，并经驱动后输出。

经过上述的设计后，可以确定这个仪器的框图如图1所示。

原理框图出来后，选择一款合适的机壳，然后综合考虑按键、数码管的安装方式，以便进行更详细的设计。数码管和按键必须安装在印制板上才

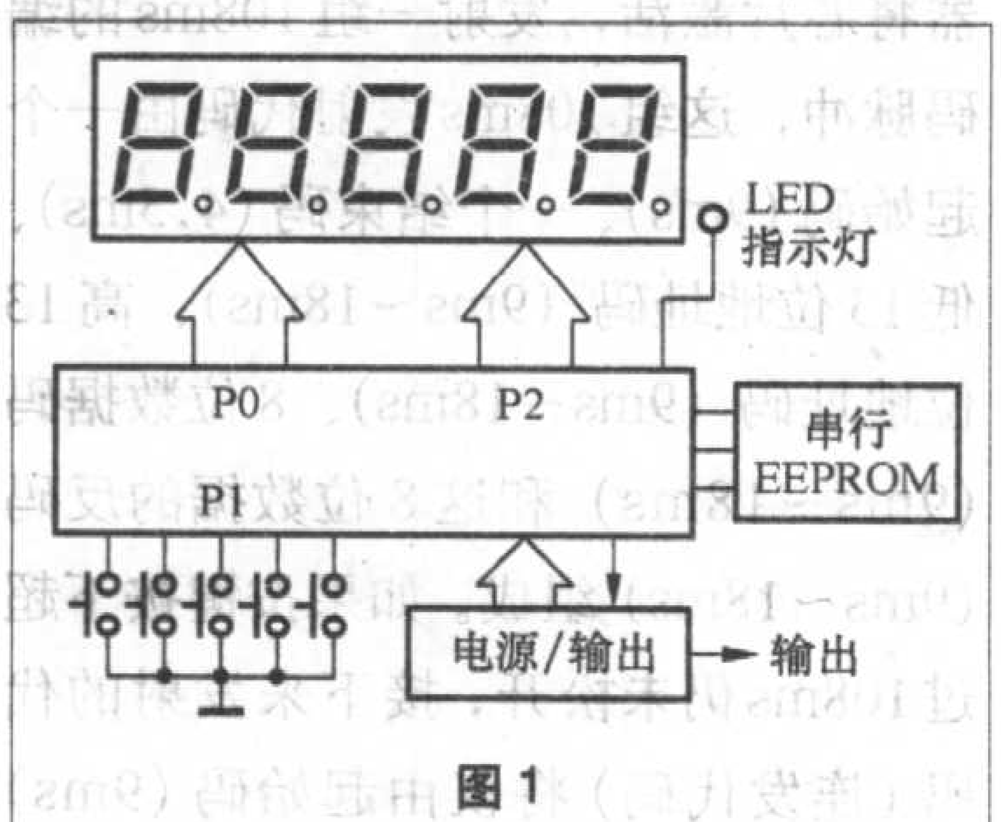


图1

能安装到面板上，数码管与单片机的连线较多，5位数码管，需要13根线，再加上按键的连线共有19根，如果将单片机放在另一块板上，必然要用大量导线与键盘显示板连接，而大量的连线不仅使得安装困难，而且线易折断造成故障，因此可以将单片机也装在同一块板上，只留下电源和输出电路放在另一块板上，这样，两块板间只需3根引线，大大降低了装配困难，也减少了故障隐患。

图2是整个设计的主板图，提供了包括数码管显示驱动、键盘等在内的大部分功能。

从图中可以看到，该电路主要由这样几部分组成：

（1）数码管显示部分，由单片机及相关外围电路构成5位数码管显示电路；

（2）按键部分，共有5个按键；

（3）EEPROM存储器，这里选择I²C接口的AT24C01A芯片；

（4）一只LED指示灯；

（5）输出管脚。

因此，单片机共要用到23只管脚。

引脚数量确定后，即可初步确定主芯片的型号，这里选用40引脚的AT89C51单片机。如果编程中发现内部资源（如片内RAM、ROM、定时器等）不够，可以更换为89C52等其他单片机，比较灵活。

图3是电源、输出部分，由图可见，仪器的输出接口采用两种方式，即集电极开路（OC门）方式和射极输出方式，其中OC门方式是很多以频率信号为输出的仪器的标准输出方式，如光电编码器、霍尔开关等。

全数字信号发生器的硬件部分就介绍到这里，下一期将介绍程序的编写。

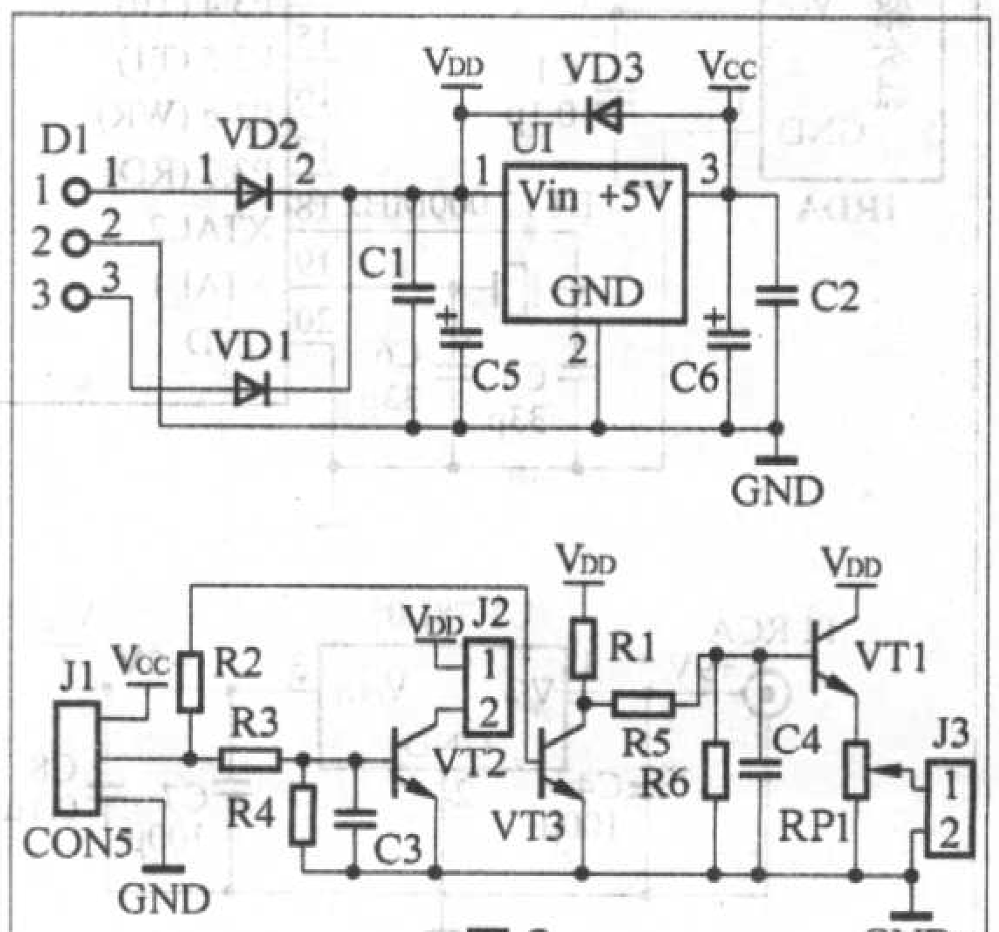


图3

用单片机和点阵图型LCD显示屏制作流动图像

文/陈燕春

LCD（液晶）显示屏按显示形式分有字符型和点阵图型，按显示颜色分有彩色型和单色型。点阵图型LCD显示屏不受笔画的限制，可以显示各种文字、图像。彩色点阵图型LCD显示屏价格比较高，液晶驱动程序比较复杂。为了帮助读者掌握相关技术，本文介绍一种使用C51系列单片机AT89C51或AT89C52驱动单色点阵图型LCD显示屏12864实现流动图像的方法。

硬件工作原理

用单片机和点阵图型LCD显示屏制作流动图像电路原理图如图1所示，整个电路按功能分有LCD显示屏、红外遥控、电源稳压三个部分。

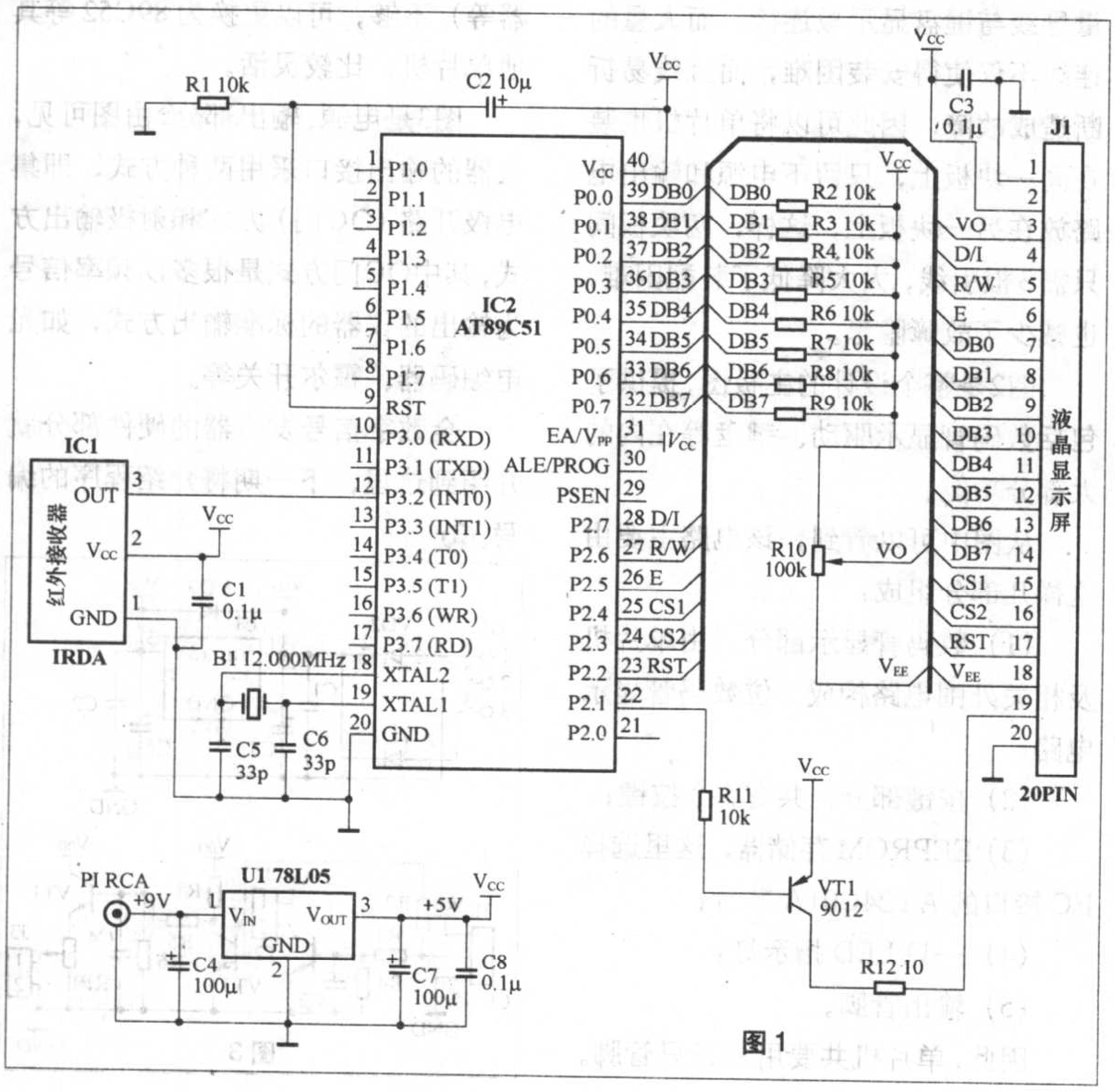


图1

1.LCD显示屏介绍

点阵图型LCD显示屏12864是STN点矩阵LCD模组，由列驱动器HD61202和行驱动器HD61203组成。12864里有两个HD61202，每个有512字节(4096位）RAM供显示屏显示。RAM显示的每位数据与LCD每点的状态ON/OFF完全一致。

点阵图型LCD显示屏12864的引脚功能及时序见本期配刊光盘中本文目录下的相关文件。本LCD显示屏12864的控制指令一共有7个，功能有：

a．显示ON/OFF；

b．设置页（PAGE1～PAGE8）；

c．读回状态值；

d．设置开始显示行；

e．设置列地址Y；

f．写数据到HD61202的寄存器；

g．由HD61202的寄存器读回数据到CPU。

2.红外遥控

（1）红外遥控器（发射部分）

红外遥控器发射的信号由一串“0”和“1”的二进制代码组成，不同的芯片对“0”和“1”的编码有所不同。遥控器发射的红外遥控编码波形，“0”码由0.56ms高电平和0.56ms低电平组合而成，脉冲周期为1.12ms；“1”码由0.56ms高电平和1.68ms低电平组合而成，脉冲周期为2.24ms，见图2。

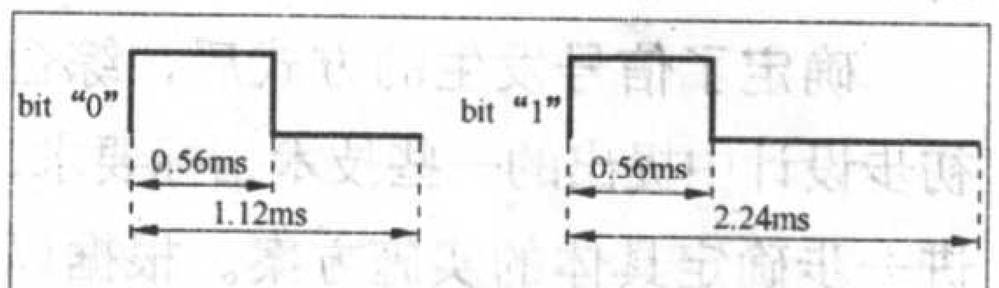


图2

遥控发射电路直接使用市售的成品彩电遥控器，型号为RM-F，内部芯片型号为LA7461，见图3。

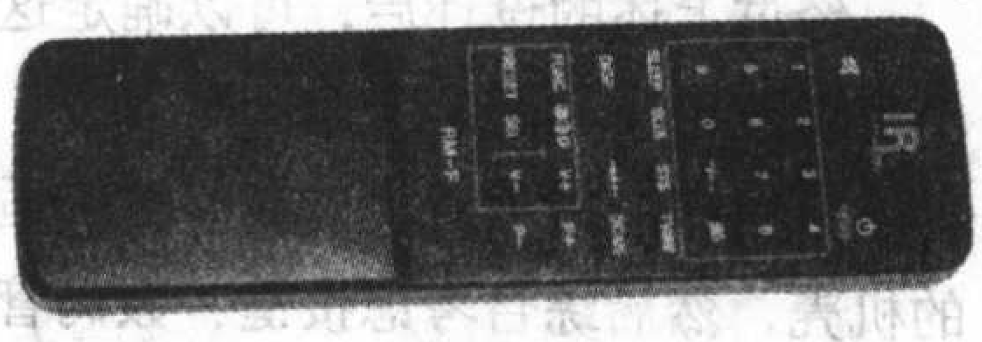


图3

当一个键按下超过36ms后，振荡器将芯片激活，发射一组108ms的编码脉冲，这组108ms发射代码由一个起始码(9ms)、一个结束码(4.5ms)、低13位地址码（9ms～18ms)、高13位地址码（9ms～18ms)、8位数据码（9ms～18ms）和这8位数据的反码(9ms～18ms)组成。如果按键按下超过108ms仍未松开，接下来发射的代码（连发代码）将仅由起始码(9ms)

和结束码（2.5ms）组成。

（2）红外接收解码电路

红外遥控接收采用一体化红外接收头，它将红外接收二极管、放大、解调、整形等电路安装在一起，只有3个引脚。红外接收头的信号输出端接单片机的INT0脚，单片机中断INT0在红外脉冲下降沿时产生。

在中断期间启动定时器0进行计数，直到下一个负脉冲到来，将计数结果取出处理。电路使用12.000MHz晶振，定时器为1μs计数一次。理论上代码“0”的定时计数值为1120（0X460），代码“1”的定时计数值为2240（0X8C0），但考虑到单片机晶振的误差、中断的延时、遥控器晶振的误差，测到的结果不一定等于理论值，只要范围在0X300～0X480就为有效的“0”码，计数值在0X700～0X8EE之间为有效的“1”码。

3.电源稳压

电源采用9V直流电压输入，可以购买市售的成品直流输出变压器。稳压电路采用三端稳压管78L05，工作性能好，接线简单方便，非常适用于要求电压比较稳定的单片机电路。

软件设计编程

由于C51系列单片机没有字库，为了提取文字和图片的点阵数据，这里介绍一个很好的字模提取软件——字模提取V2.1，界面如图4所示。

该软件为免费软件，也是绿色软件，界面简洁大方，操作简单，不用

图4

安装，读者可通过本刊网站本期目录中提供的链接下载。“字模提取V2.1”支持C语言和汇编语言两种取模方式，还支持数据压缩功能。左边是操作菜单选择，右上方为文字和图像模拟显示区，显示区中的每个点对应着液晶显示屏上的一个点，右下方为文字输入区、点阵生成区、软件简介，具体使用方法还会在状态栏中显示。

本实例中用单片机和点阵图型LCD显示屏制作流动图像的图像数据来自图4图像模拟显示区的图片——“热烈庆祝《无线电》杂志创刊50周年（1955–2005）”。大家制作时也可以更换别的图片，但要注意的是图片宽度一定要是128像素，如果宽度不是128像素，可以用图像处理软件Photoshop修改图像的大小。

本文的流动图像源程序用C语言编写，使用Keil μVision编辑、调试、编译通过。主要由LCD显示屏驱动、红外遥控、流动图像等功能模块组成。源程序见文件“用单片机和点阵图型LCD显示屏制作流动图像(发布).c”，在本期配刊光盘的本文目录中，供读者参考。主程序流程图如图5所示。

该制作利用红外遥控器控制显示屏的显示状态，其中红外遥控解码部分的流程图见图6。

在整个制作中，最重要的是要图

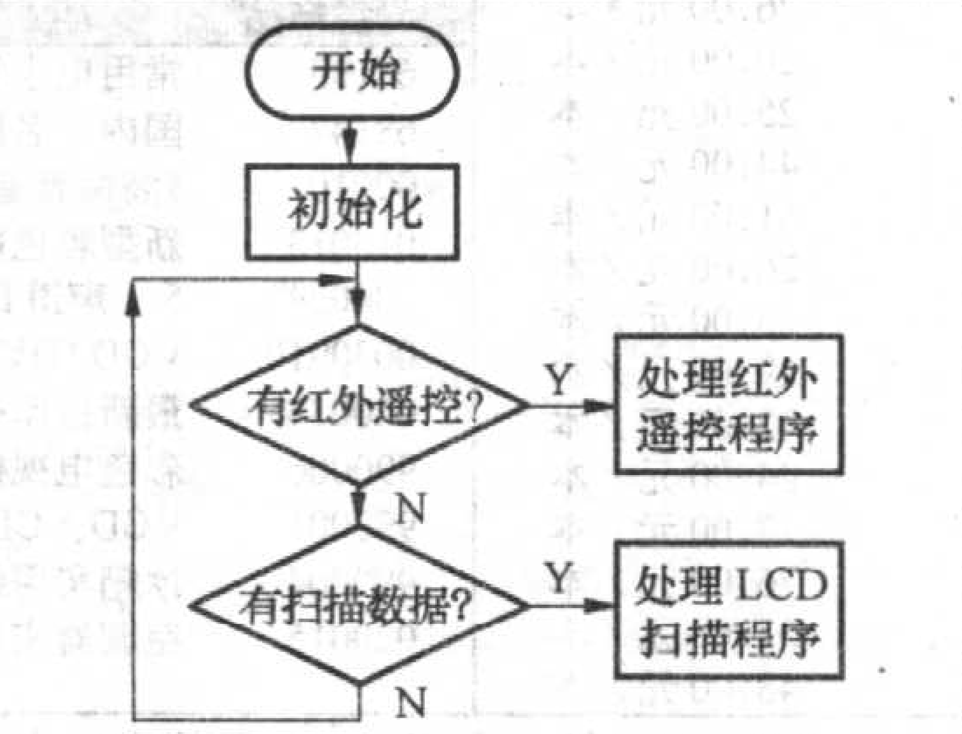


图5

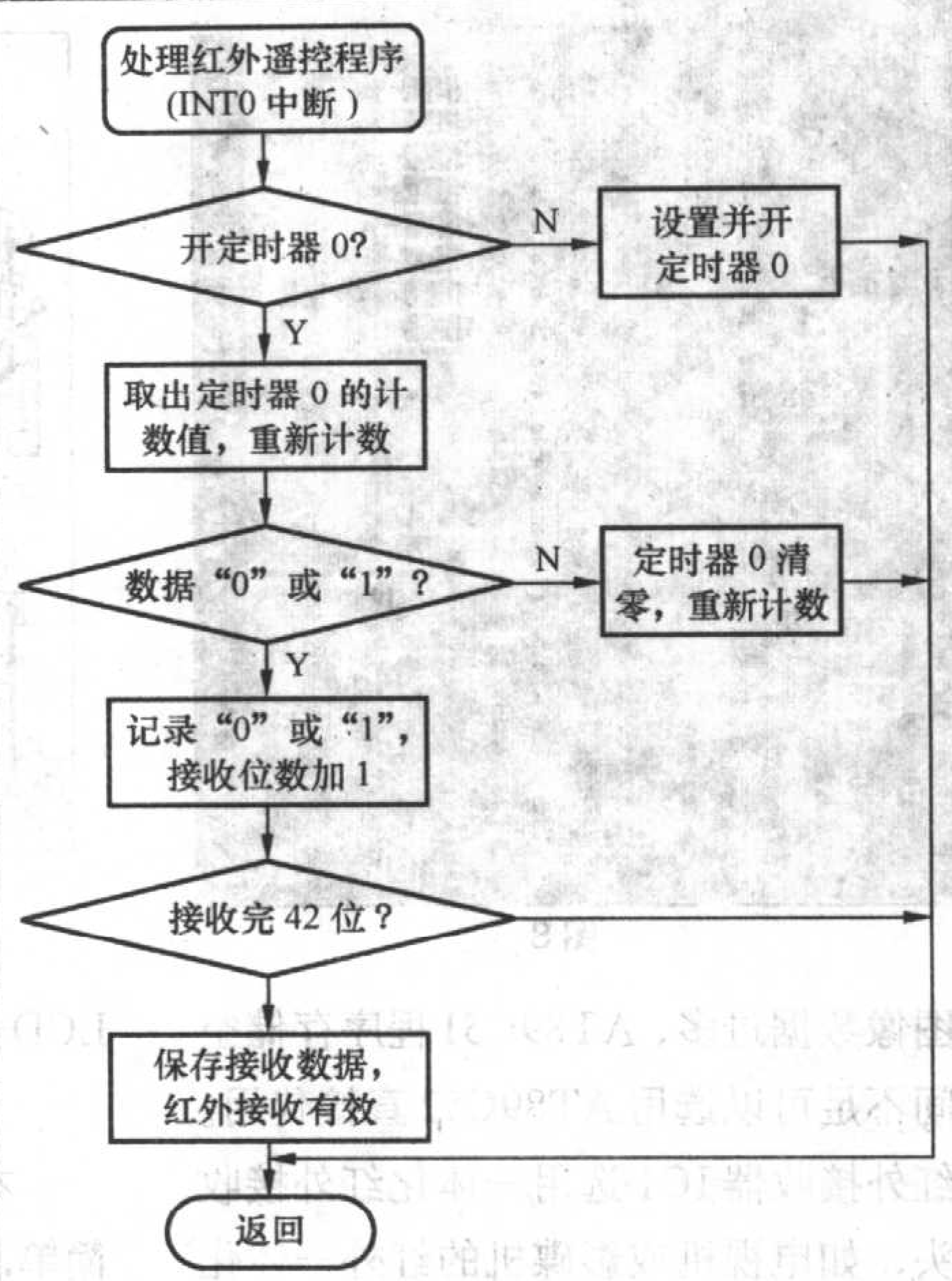


图6

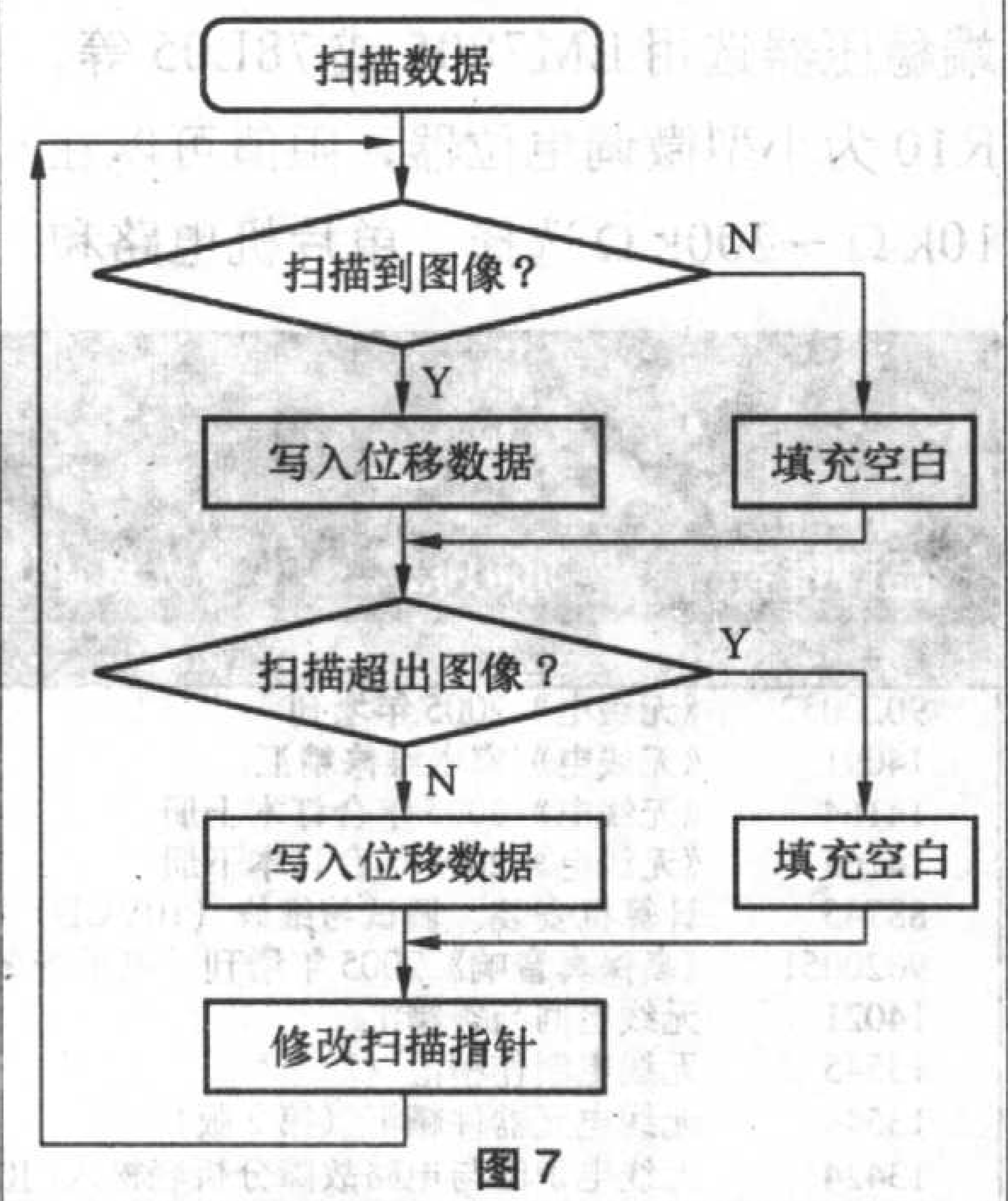


图7

像流动，流动图像实际上是利用显示屏的不同位置显示同一图像，流程图见图7。

元器件选择

用单片机和点阵图型LCD显示屏制作流动图像采用的都是通用电子元件，只要参数正确，就能正常工作。点阵图型LCD显示屏选用YJ–12864BG，在电路原理图上没有具体画出来，也可以选用别的型号的128×64点阵图型LCD显示屏代替，只要指令集相同即可。单片机IC2用AT89C51，如果

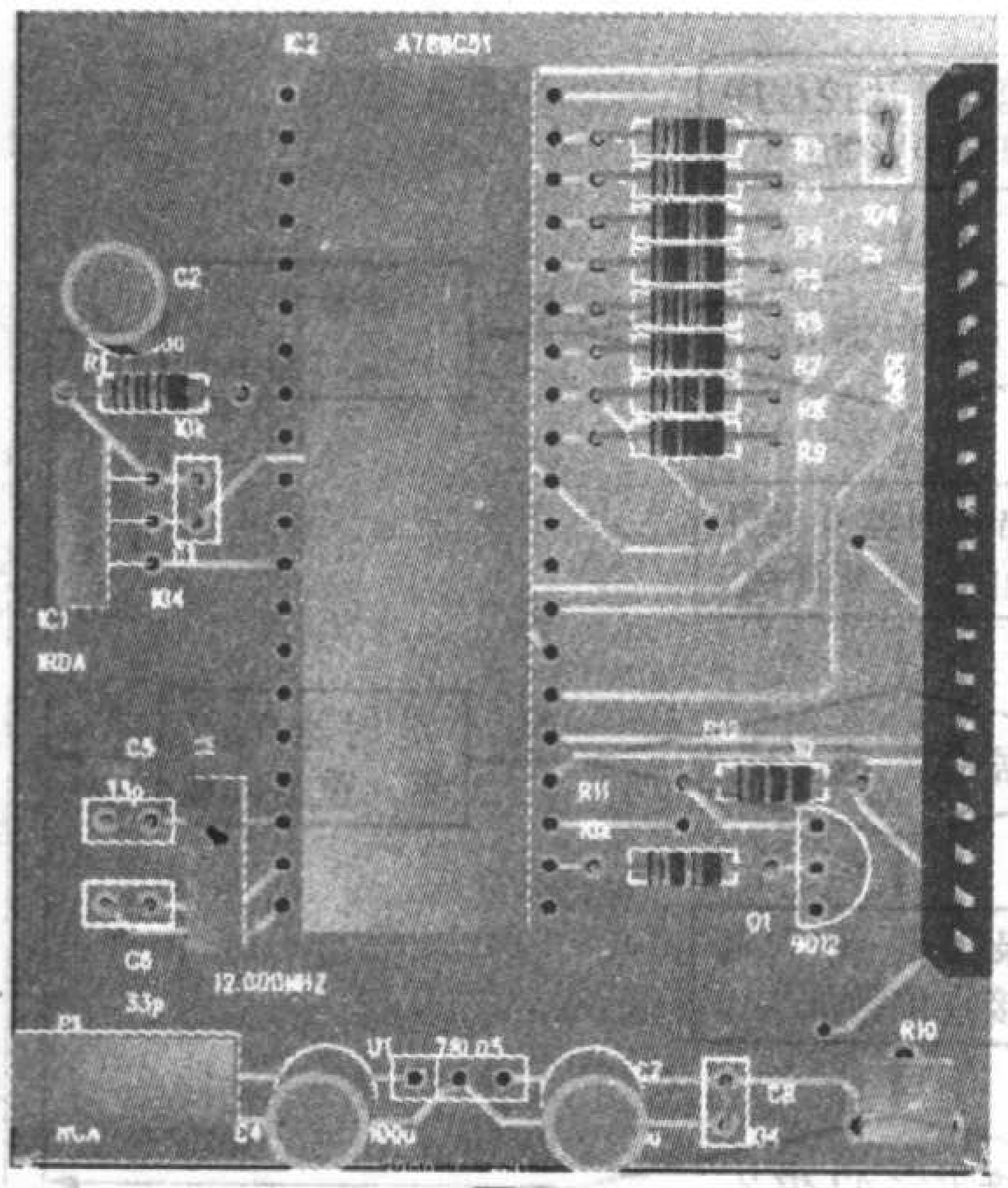


图 8

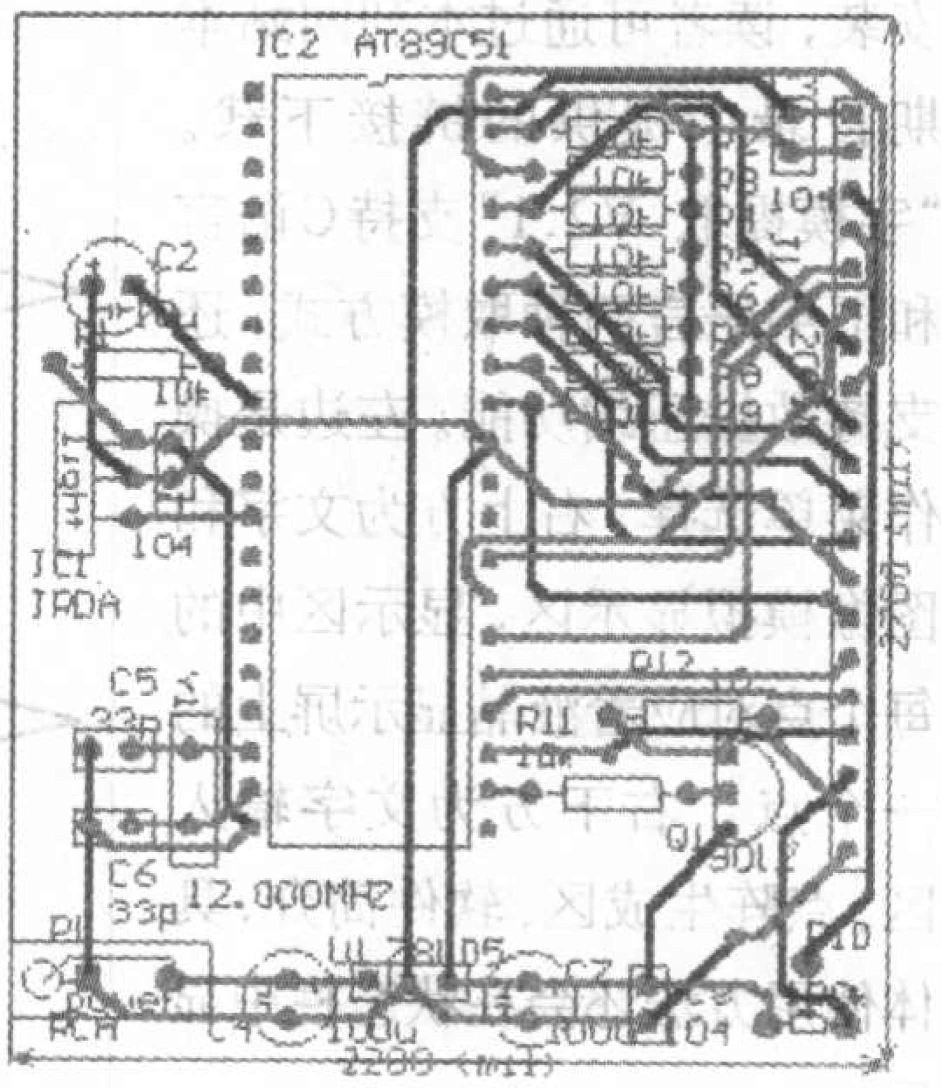


图 9

图 10

图像数据过多，AT89C51程序存储空间不足可以选用AT89C52直接代用。红外接收器IC1选用一体化红外接收头，如电视机或影碟机的红外一体化接收头，中心工作频率是38kHz。三端稳压器选用LM7805或78L05等。R10为小型微调电位器，阻值可以在10kΩ～200kΩ选择。单片机电路和LCD显示屏通过20脚插口连接起来。

安装与使用

本文制作的流动图像电路结构非常简单，大家可以采用万能电路实验板直接焊接，也可以参考PCB图，如图8、图9所示。

电路焊接好后先检查一遍，如果没有发现错误，用编程器把运行程序的机器码写入单片机，通电运行调试。接上大约9V直流电源，这时液晶显示屏背光灯点亮，显示第一个画面，见图10。然后图像慢慢向上移动直到消失，图像在下方重新开始移动，周而复始。按红外遥控器的开关键控制图像流动或暂停，静音键控制LCD显示屏点亮或熄灭，V+/V-控制图像移动位置，P+/P-设定图像流动速度。

如果大家制作过程中遇到什么问题，欢迎通过《无线电》杂志社与笔者取得联系。Ⓦ

推荐书目

品牌推荐　900102　《无线电》1955-2000年合订本（4CD-ROM）　邮购价：100.00元／套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28.00元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35.00元／本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28.00元／本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28.00元／本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00元／套
9020051	《高保真音响》2005年增刊　电子管名机赏析	28.00元／本
14021	无线电问与答精汇	41.00元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38.00元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35.00元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35.00元／本
畅销图书		**邮购价**
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00元／本
12897	实用报警电路	28.00元／本
12537	看图学电工技能	34.00元／本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00元／本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00元／本
12123	万用表使用技巧60例	25.00元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00元／本
12182	红外探测与控制电路	51.00元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00元／本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00元／本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00元／本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17.00元／本
10862	I²C总线彩色电视机软件调整手册	76.00元／本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00元／本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00元／本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003～2005年第1～12期，2006年第1～7期		6.80元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00元／本
2000年增刊		6.00元／本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28.00元／本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28.00元／本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28.00元／本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28.00元／本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24.00元／本
902000	《无线电》2000年合订本	45.00元／本
909900	《无线电》1999年合订本	42.00元／本
82-590	《高保真音响》	
2003～2005年第1～12期，2006年第1～7期		15.00元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28.00元／本
光盘产品		**邮购价**
68139	常用电子管资料汇萃（CD-ROM）	40.00元／套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40.00元／套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110.00元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38.00元／盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00元／套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108.00元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

怎样才能正确反汇编

文/谢永宁

从一个现有的单片机应用系统中读出目标代码进行反汇编，可以分析原程序的设计思想，然后加以改进和创新，这是单片机爱好者学习单片机、开发新产品的一个重要途径。但是，很多单片机爱好者在反汇编时常会失败，怎样才能正确进行反汇编呢？下面就以51单片机为例，谈谈反汇编的要点。

1.怎样正确获取程序的目标代码

要正确获取程序的目标代码，首先要明确程序代码的存放地点。51单片机的程序存储器最大空间为64KB，在一个实际的应用系统中，程序存储器的分布情况可能有以下几种：

(1)只使用了片内程序空间，而没有使用片外的程序空间。

其硬件特征为：/EA 引脚接Vcc；/PSEN 引脚为空脚。

这种情况比较简单，全部应用程序都在单片机内部的程序存储器中，我们只要使用编程器将程序代码读出来，保存为一个目标代码文件就可以了。要注意的是，有一些新型的单片机具有加密功能，如果进行了加密，其中的程序代码就是不能读出。

(2)没有使用片内程序空间，片外程序空间由单个存储芯片构成。

其硬件特征为：/EA 引脚接GND；/PSEN引脚接到一个存储芯片上。

这种情况下，全部应用程序都在单片机外部的程序存储器中，原则上我们只要使用编程器将程序代码读出来，保存为一个目标代码文件就可以了。但要注意的是，这样得到的并不一定是真正的目标代码，因为，为了防止程序代码被读取、反汇编，很多设计人员都采取跳接线的方法，将某些地址线跳接或将某些数据线跳接或将地址线、数据线都进行跳接，从而保护自己的程序不被反汇编（参见图1～图4）。这样一来，我们从存储器中读取的就不是真正的程序目标代码，必须进行某种变换，将其转换为真正的程序目标代码，才能进行反汇编。

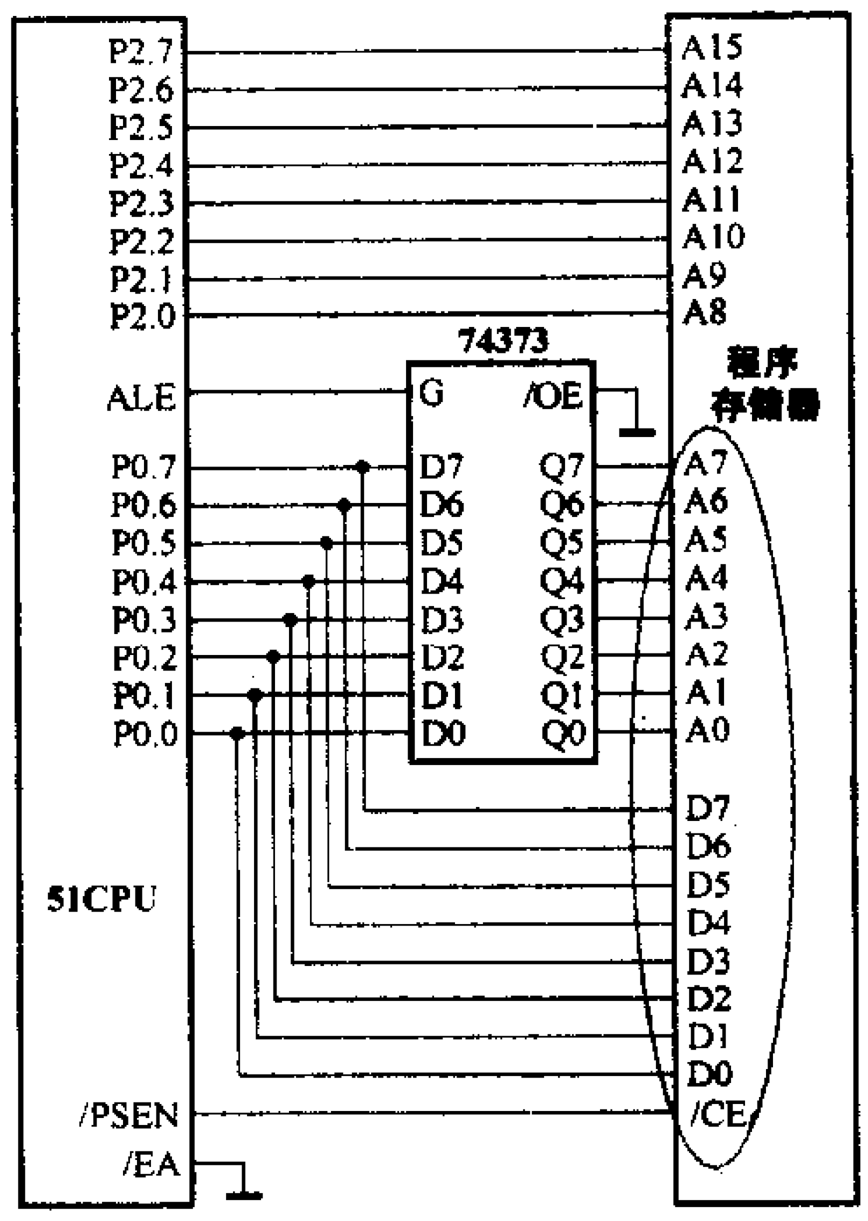


图1 51单片机与片外程序存储器的标准接线

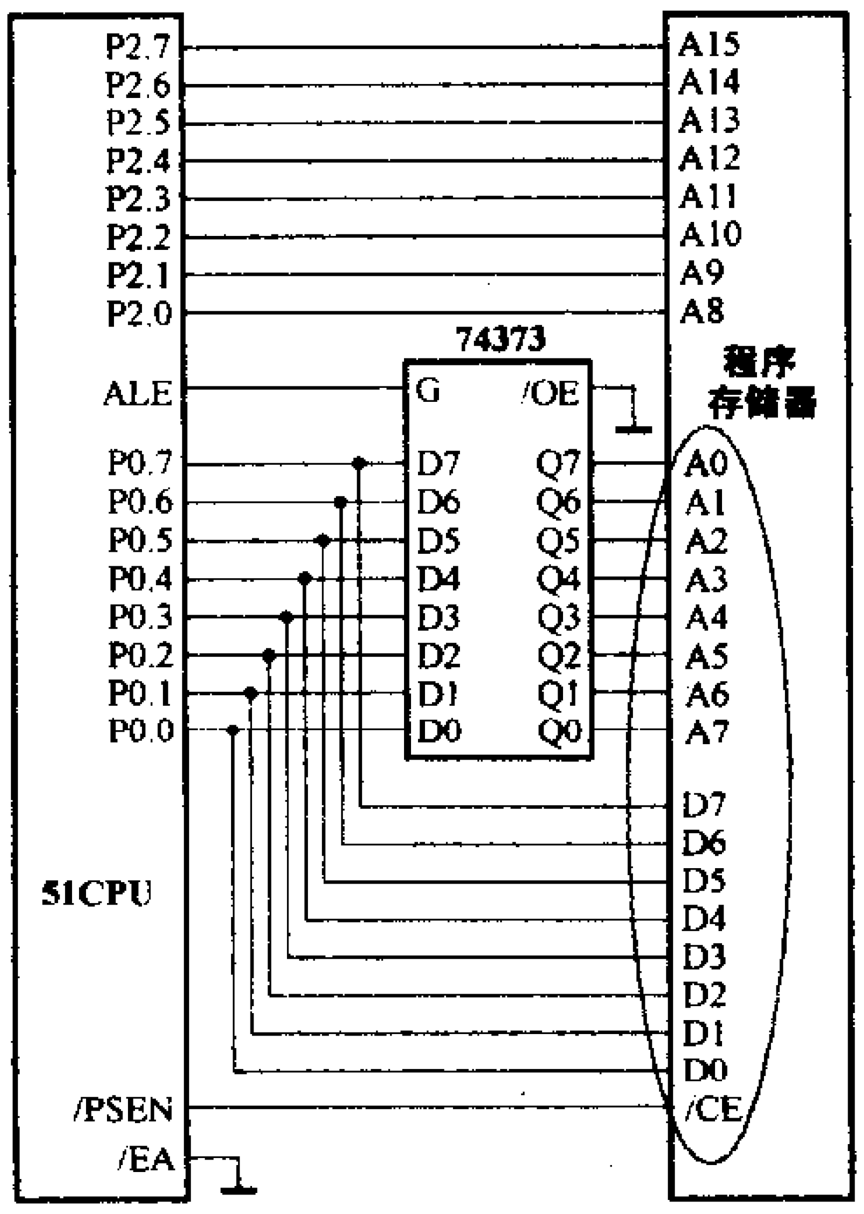


图2 一种地址跳接的接线图

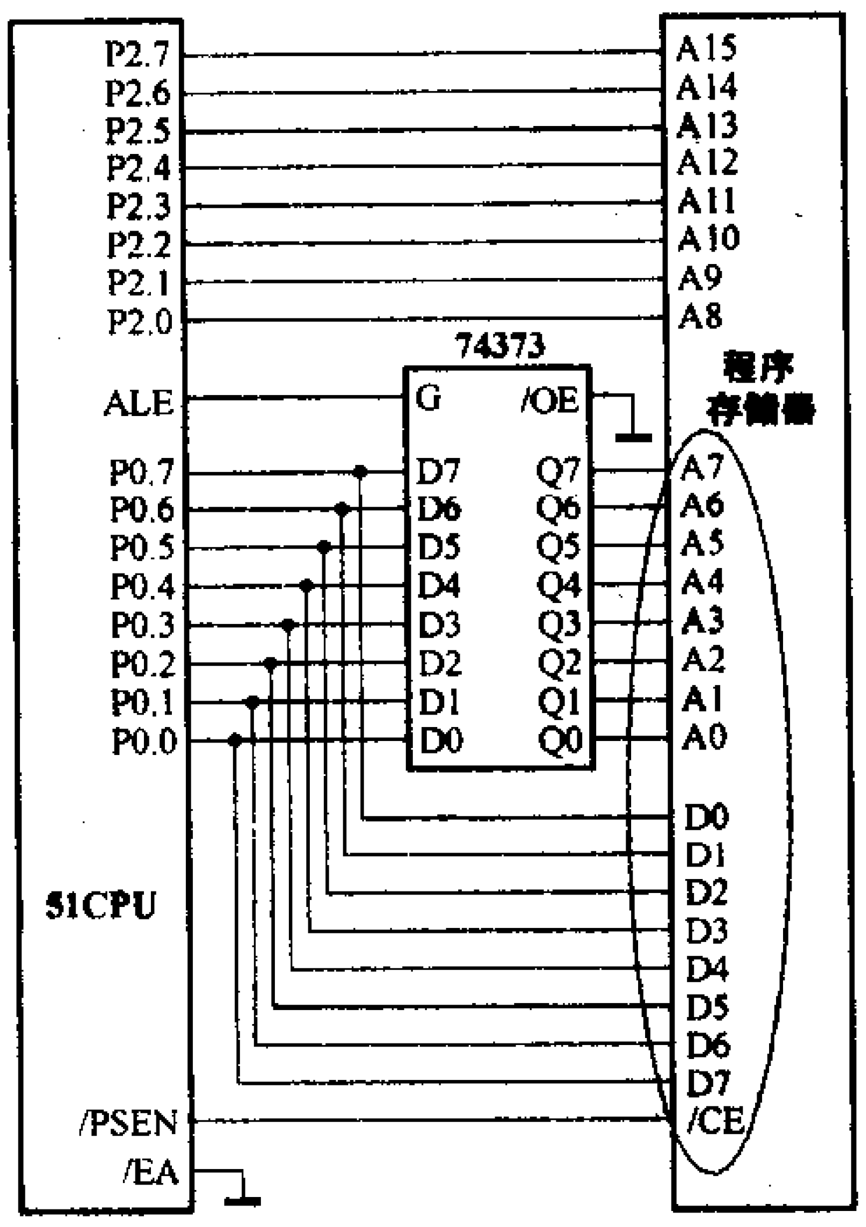


图3 一种数据跳接的接线图

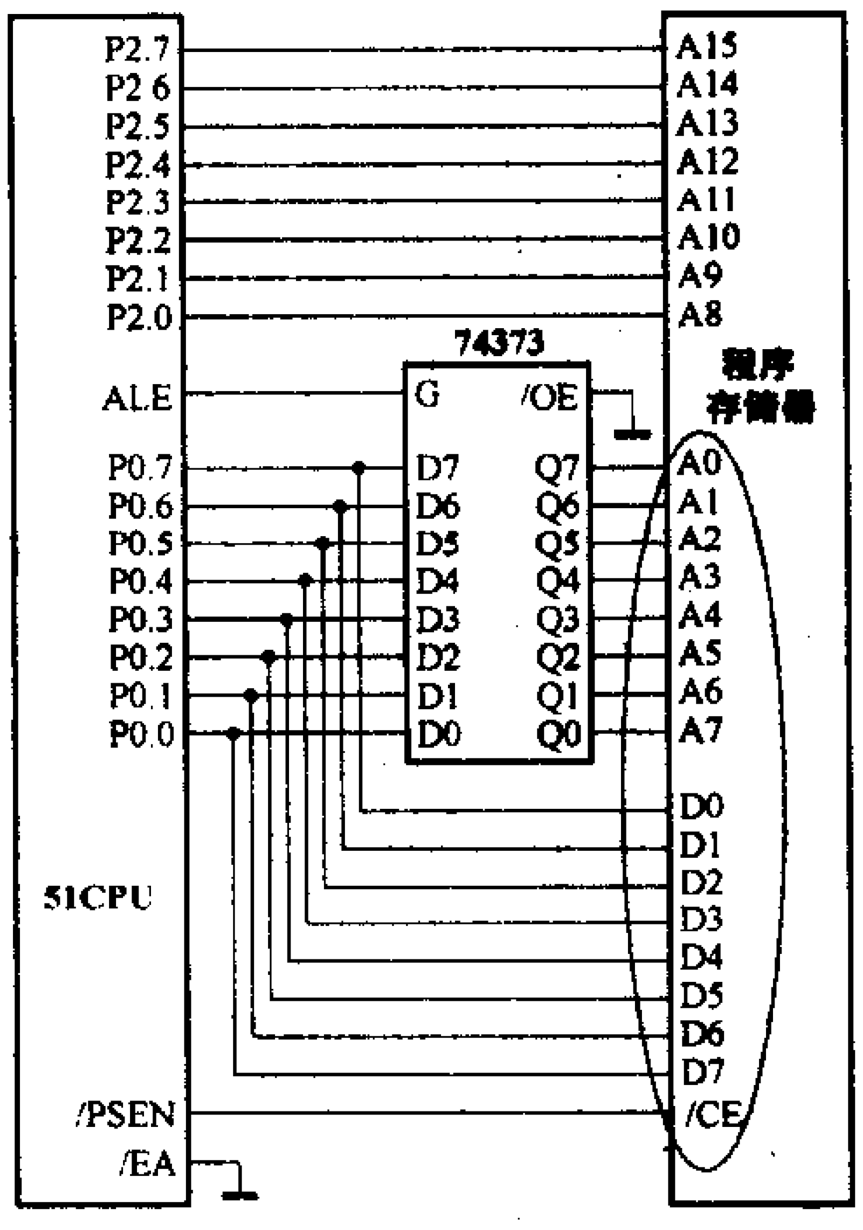


图4 一种地址与数据均跳接的接线图

要进行目标代码的变换，首先必须根据硬件画出实际的地址和数据的接线图，然后借助于工具软件进行变换。在“51汇编集成开发环境”（本刊2005年第3期文章有过相关的介绍，其下载网址为 http://www1.skycn.com/soft/15074.html）中，提供了一个变换工具，从软件界面的[辅助工具]—

图5

图6

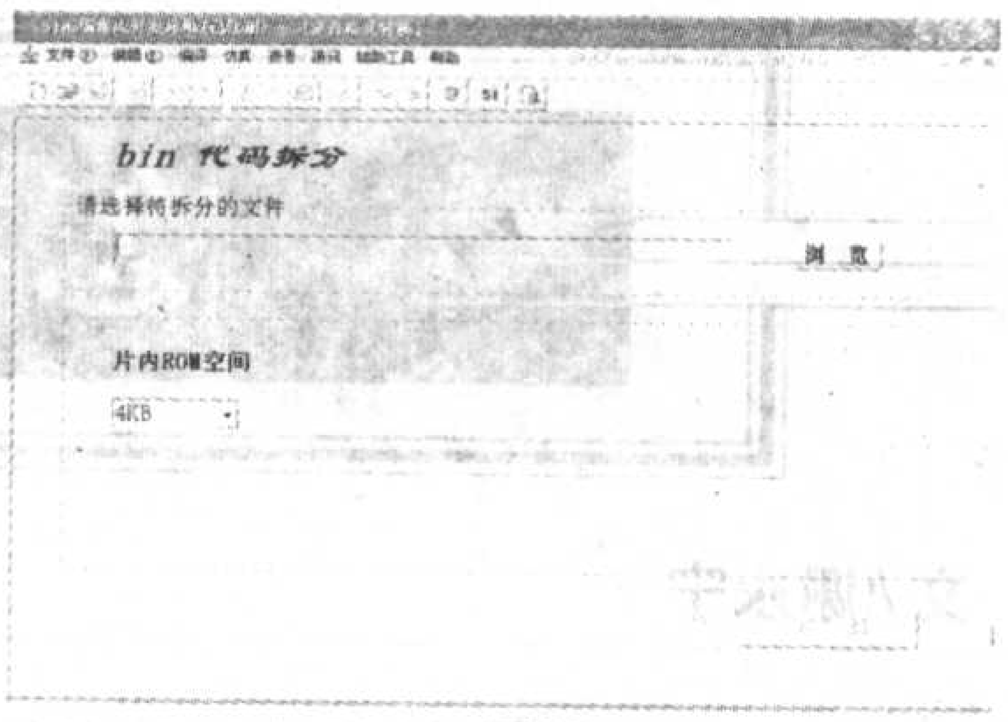


图7

[目标代码转换]—[bin 代码还原]就可以启动这个工具，启动后的界面见图5。

单击[浏览]可以选择要转换的代码文件，注意：这里的代码文件只能是二进制代码文件，即bin文件，如果你通过编程器读取后保存的文件不是bin文件，就需要先将其转换为bin文件，在“51汇编集成开发环境”的[辅助工具]—[目标代码转换]菜单下，有相应的转换工具。

单击[另存为]可以选择转换结果的存放地点和文件名，转换结果也一定是bin文件。

再根据实际的地址、数据的接线图，来选择地址线跳接、数据线跳接，设置其接线表，然后单击[还原]即完成了代码的变换。

⑶没有使用片内程序空间，片外程序空间由多个存储芯片构成

其硬件特征为：/EA引脚接GND；/PSEN引脚接到了几个存储芯片上。

这种情况下，全部应用程序在单片机外部的多个存储芯片中，我们首先需要使用编程器将每一个存储芯片上的程序代码读出来，分别保存为一个目标代码文件，然后将它们合并为一个文件。

在读取存储芯片上的程序代码时，要注意查看硬件接线有无跳接线，如果有跳接线，必须进行代码的变换。

在合并程序代码时，要注意每一个存储芯片的地址范围，必须按地址连接，才能得到真正的目标代码文件。

在“51汇编集成开发环境”中，从[辅助工具]—[目标代码转换]—[bin 代码合并]可以启动合并工具（见图6）。

单击[浏览]可以选择要合并的两个代码文件，注意：第一个代码文件必须是从0地址开始的文件，单击[另存为]可以选择合并后的文件存放地点和文件名，然后单击[开始]即完成了代码的合并。

若选择直接连接，则第二个代码文件将紧接着第一个文件后连接；若选择按地址连接，则第二个代码文件将从指定的地址开始连接。如果两个代码文件之间有空字节，则将填充为“00H”或“FFH”；如果两个代码文件在空间上有重叠，则将得到提示：“地址空间存在重合现象，不能正常合并！”。

⑷既使用了片内程序空间，也使用片外的程序空间

其硬件特征为：/EA引脚接Vcc；/PSEN引脚接到一个存储芯片或几个存储芯片上。

在这种情况下，全部应用程序分布在单片机内部的程序存储器和外部的多个存储芯片中，获取程序代码的基本方法同⑶。

这里要注意的是，片外程序存储器的地址范围应该在1000H～FFFFH之间，如果某一片程序存储器的地址是从0000H开始的，那么其0000H～0FFFH之间的代码是无效的，必须将其去除。借助于“51汇编集成开发环境”的[辅助工具]—[目标代码转换]菜单下的[bin 代码拆分]，可以完成这一工作。bin 代码拆分的界面见图7。

单击[浏览]可以选择要转换的代码文件，再选择片内ROM空间为4KB，然后单击[开始]即可。

2.怎样进行反汇编

要想成功进行反汇编，还必须有一个好的反汇编工具。在“51汇编集成开发环境”中集成有一个反汇编工具。该工具目前不支持对非0地址开始的部分代码进行反汇编，因为非0地址开始的部分代码无法区分程序和数据，但是对于从0地址开始的全部或部分代码的反汇编效果较好，能够智能分段、自动地分离出程序和数据，使获得的源程序具有较好的可读性。

从软件界面的[编译]—[反汇编]—[MCS-51反汇编]可以启动这个工具，启动后的界面见图8。

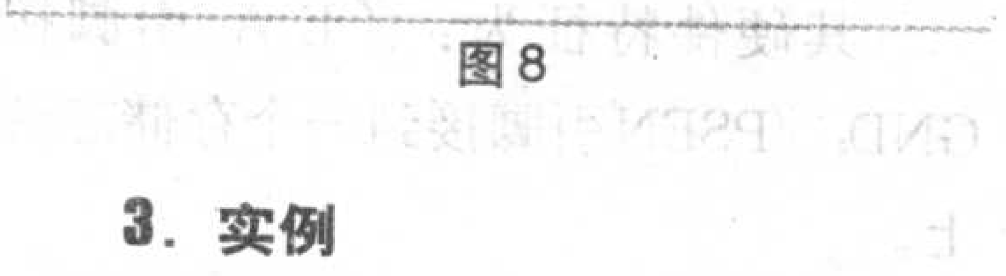


图8

3. 实例

设有一个单片机的应用系统如图9所示，单片机的/EA引脚接Vcc；/PSEN引脚接到一个存储芯片28C64上，全部应用程序分布在单片机内部的程序存储器（4KB）和片外的28C64中，其中28C64还进行了跳线

自制语音编程、远程控制试验板

（硬件篇）

文/金海亮 戴旺森 刘新甫

本文介绍的远程控制，是指利用打电话的方式，通过按压电话机上的按键来遥控远方的电器。远程控制不受地域和距离限制，只要在有电话的地方就能对远方的电器进行遥控操作，比如下班前在办公室通过电话遥控家中的电饭煲开始烧饭，或者遥控开、关其他电器，甚至遥控监听家中的声响等，因此在家庭及各种控制场合都有广阔的应用前景。本文介绍的语音编程、远程控制试验板就是用于其学习和开发的专用工具。

一、功能、特点简介

可进行远程控制试验，具有8路控制输出，用LED显示各路输出状态；

可用拨码开关完成对语音芯片的分段录音编程试验，即本地硬编程录音试验；

可用电话远程对语音芯片进行分段录音编程试验，即远程软件编程录音试验；

可对录音效果进行本地监听及远程监听；

可对89S51芯片进行编程，芯片采用锁紧插座固定，插拔芯片方便；

可供初学者进行流水灯之类的入门学习和试验；

具有交流电源供电及USB供电两种供电方式；

与PC接口采用并口连接，连接电缆及接插端口全部使用标准件；

软件配套齐全，并全部采用中文化操作界面。

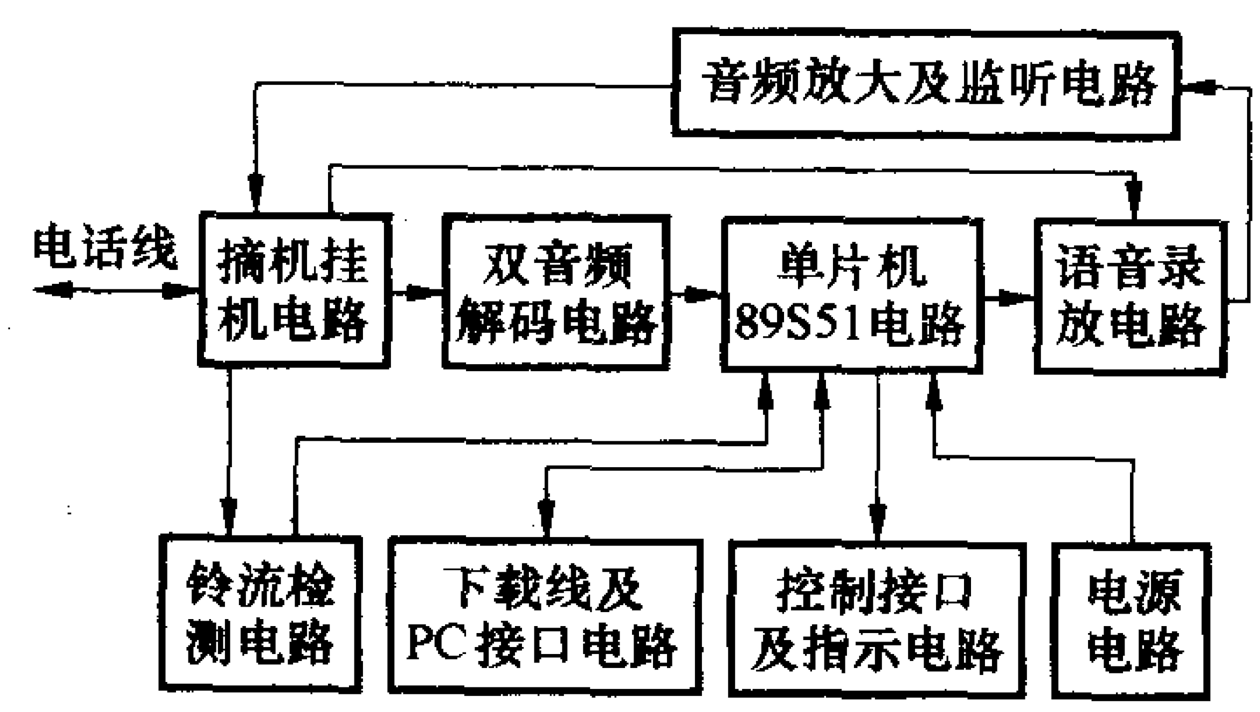


图1

二、电路工作原理

电路原理框图如图1所示，由铃流检测电路、摘机挂机电路、双音频解码电路、单片机89S51电路、控制接口及指示电路、语音录放电路、音频放大及监听电路、下载线及PC接口电路、电源电路等部分组成。

整机电路如图2所示。下面对部分单元电路的工作原理及设计要点予以简述。

1.铃流检测电路

铃流检测电路的作用是检测电话线上的铃流信号，以便于让单片机统计电话铃响的次数或振铃的持续时间。为什么要统计电话铃响的次数呢？这是因为，试验板用电话遥控操作，要接在电话线上，电话线上同时还连接有电话机，通常试验板和电话机使用的是同一条电话线，在待机（即线路空闲）时，电话机和试验板都处于闲置状态，此时试验板随时都有可能接到线路上的远程控制信号。为了不影响电话机的正常使用，要求试验板在接到铃流信号后不能马上动作，要有一定的延迟时间，以便于让主人有足够的时间到达电话机跟前去接听电话，也就是电话优先的原则。只有在若干次铃响（比如5次）以后，如果仍然没有人接听电话，就默认家里没人，此时才允许试验板摘机应答响应，这就是铃流检测电路的作用。

该电路如图3所示，由C1、R1、VD、IC5、R2组成，由于电容C1不

处理。要进行反汇编必须按以下步骤进行：

(1)借助于编程器分别从单片机和28C64中读取代码，保存为两个文件。其中，从单片机中读取的文件名为CODE0.bin，从28C64中读取的文件名为CODE1.bin。

(2)用“51汇编集成开发环境”中的[bin代码还原]，将从28C64中读取的文件CODE1.bin转换为真正的程序代码，保存为文件CODE2.bin。

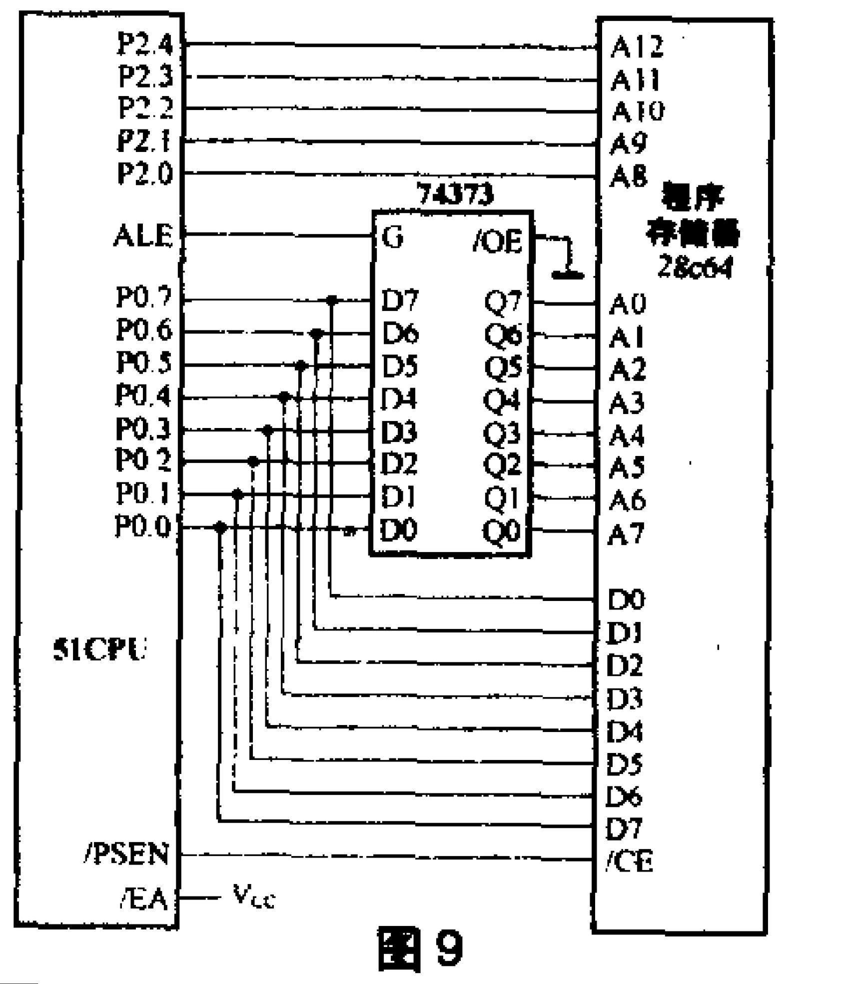


图9

(3)用“51汇编集成开发环境”中的[bin代码合并]，将CODE0.bin和CODE2.bin合并为一个文件CODE3.bin。

(4)用“51汇编集成开发环境”中的[MCS51 反汇编]，对CODE3.bin进行反汇编，得到的源程序文件保存为CODE.ASM。

至此，反汇编成功。

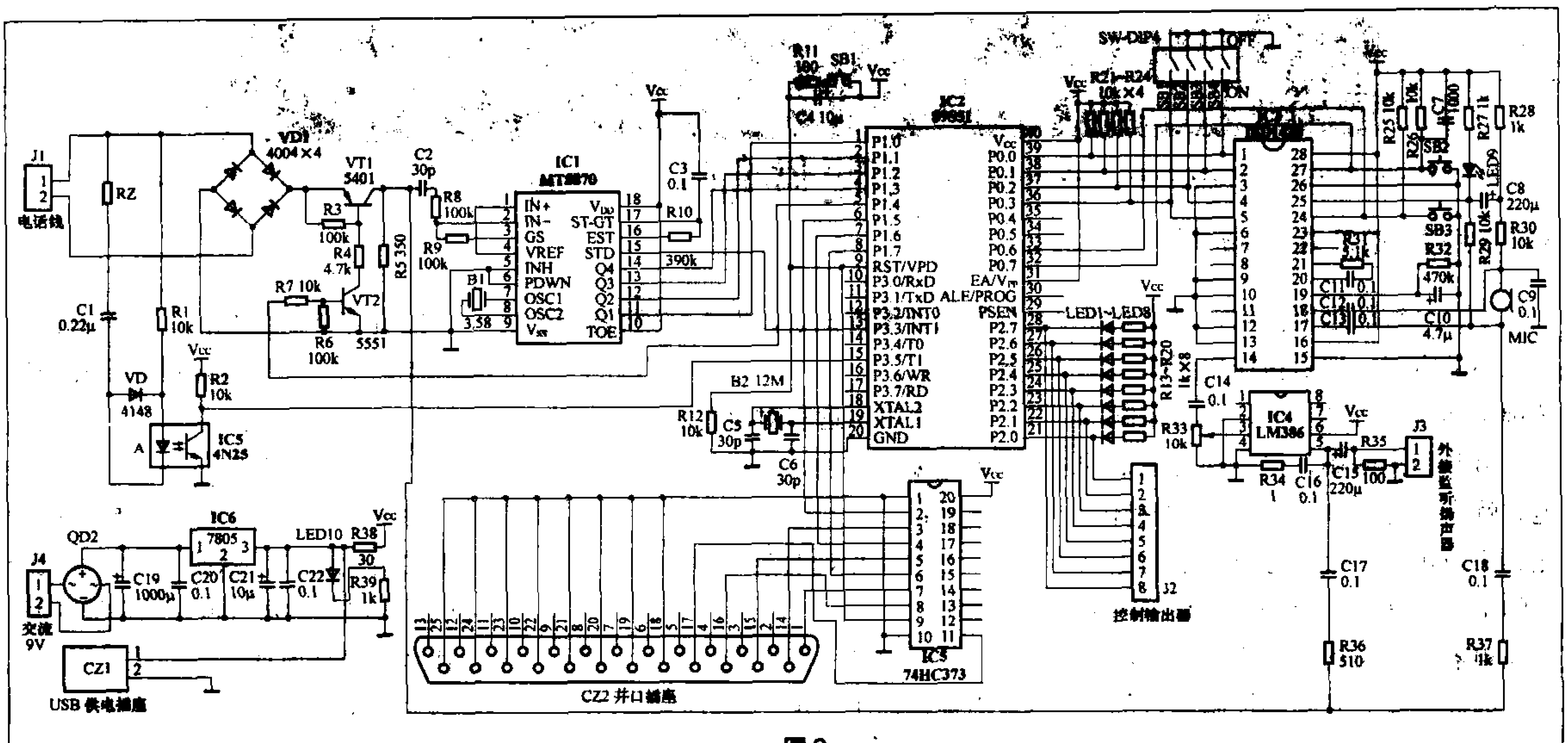


图2

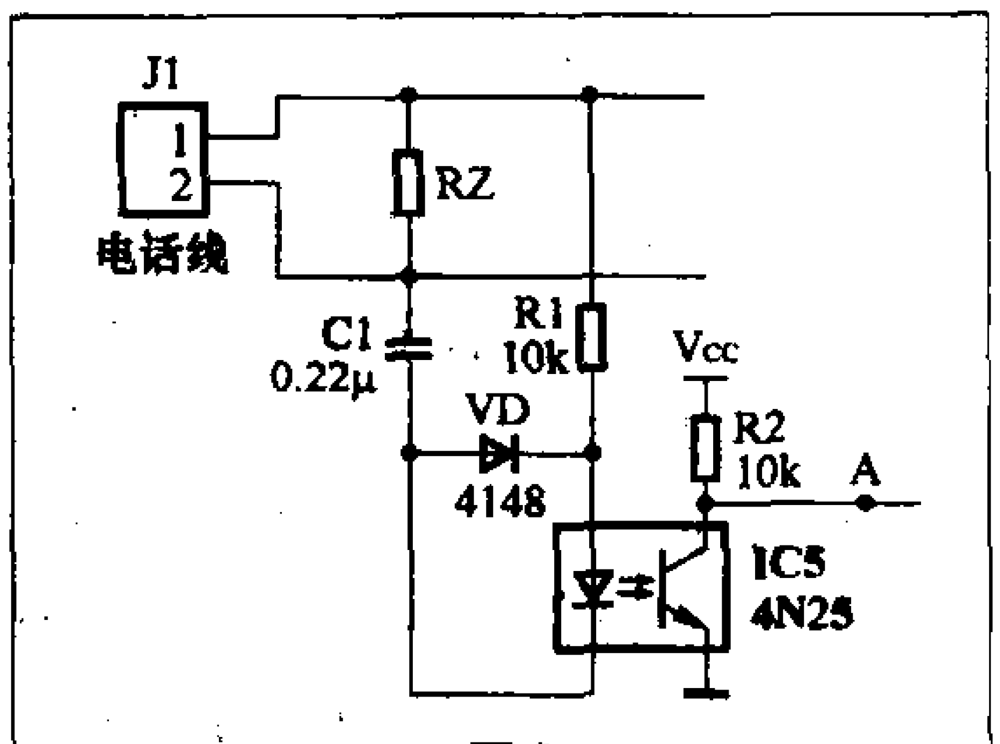


图3

能通过直流，因此在待机状态下铃流检测电路不工作。当有人打来电话时，电话线路上有100V的铃流电压，该电压是交流电压，因此将通过C1、VD、IC5内部的LED、R1形成回路。IC5内部由一个发光二极管LED（左）和一个光敏三极管（右）组成，此时IC5内的LED发光，使光敏管导通，A点电压由V_{CC}降为0V。当没有铃流信号时，A点电压为高电平V_{CC}。由此可见，A点的脉冲是随着铃流信号的出现而出现的，只要检测到A点有低电平脉冲出现，就说明线路上有铃流信号了，而且A点在单位时间内出现的脉冲个数就代表了振铃时间的长短，因此通过累加A点的脉冲个数就可以判断出振铃时间的长短和铃响次数的多少。A点连接到单片机89S51的T1（计数器）口，即P3.5端口，用来统计铃响的次数。

RZ是脉冲高压吸收电阻，该电阻平时不导通，阻值无穷大，一旦线路上因雷电等因素出现瞬间的脉冲高压时，RZ立即导通，并出现永久性短路，将电话线路两端给短接起来，避免该试验板上的其他元件遭受雷击等高压脉冲影响，对试验板起到了保护作用。

2.摘机、挂机电路

摘机、挂机电路就是一个由单片机控制的电子开关，它负责将电话线与试验板内部电路的接通和断开，平时该开关处于断开（即挂机）状态，以免影响线路上其他电话设备的正常工作，当试验板接收5次铃流信号以后，该开关将在单片机的控制下自动接通（即摘机），此时远程控制信号才能进入到试验板内部的其他电路中去。

电路如图4所示，由QD1、VT1、VT2等元件组成。L1、L2是电话线，QD1的作用是将线路上不确定极性的电压转换成确定极性的电压。TP3为开关的控制端，当 TP3为低电平0时，三极管VT2截止，其集电极没有电流通过，此时VT1由于没有偏置电压也不导通，相当于开关断开，此时电路处于挂机状态。当TP3为高电平1时，三极管VT2导通，其集电极电流通过R4给VT1提供偏置电流，此时VT1导通，相当于开关接通，电路处于摘机状态。因此，VT1就是一个受TP3控制的电子开关。TP3与单片机的P1.4端口相连，通过控制单片机P1.4端口的状态就能够实现开关的导通与断开，从而实现摘机和挂机。

3.双音频解码电路

双音频解码电路的作用就是将线路上远方发送过来的各种控制信号转换为4位二进制的数字信号。由于电话机按压按键时，每拨一个号码，发出去的都是由两个不同频率的音频信号组合起来的双音频成分，因此叫“双音频”。比如拨0时，发出去的两个音

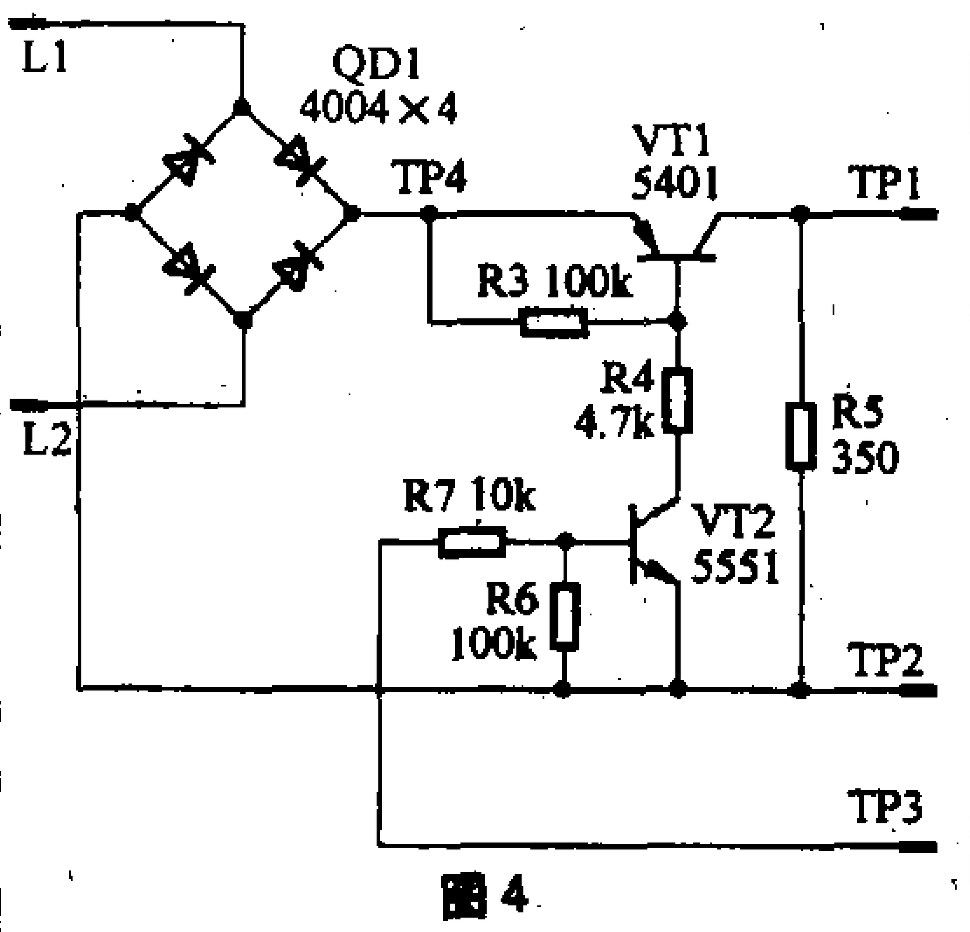


图4

频信号分别是941Hz和1336Hz，这就是说，远程控制指令在电话线路上传输的都是双音频信号。由于单片机不能识别双音频信号，因此试验板在接到双音频信号后，必须首先将双音频转换为数字信号，才能被单片机识别和处理。

MT8870就是将双音频信号转换为数字信号的专用解码芯片，该芯片的典型应用如图5所示，它有18个引脚，外围电路非常简单。

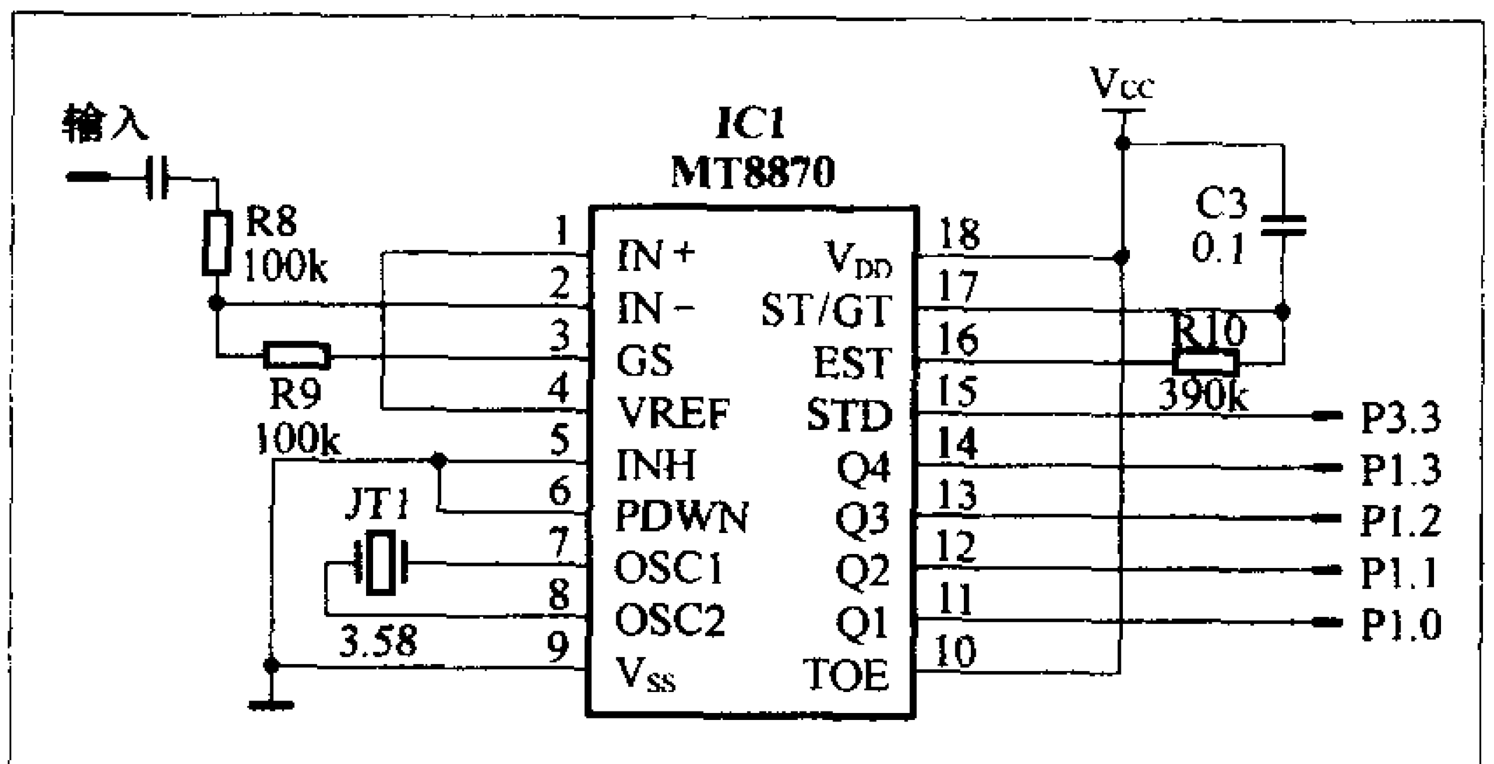


图5

有关MT8870的更详细应用资料请到以下网站下载：

http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58238/CLARE/M-8870.html。

4.单片机89S51电路

单片机89S51电路的作用主要是负责铃流信号的计数，处理远程控制指令并控制被控设备的动作，实现与PC的连接与程序下载编程，语音录放控制以及与外设的接口，协调各单元电路有条不紊地工作等。

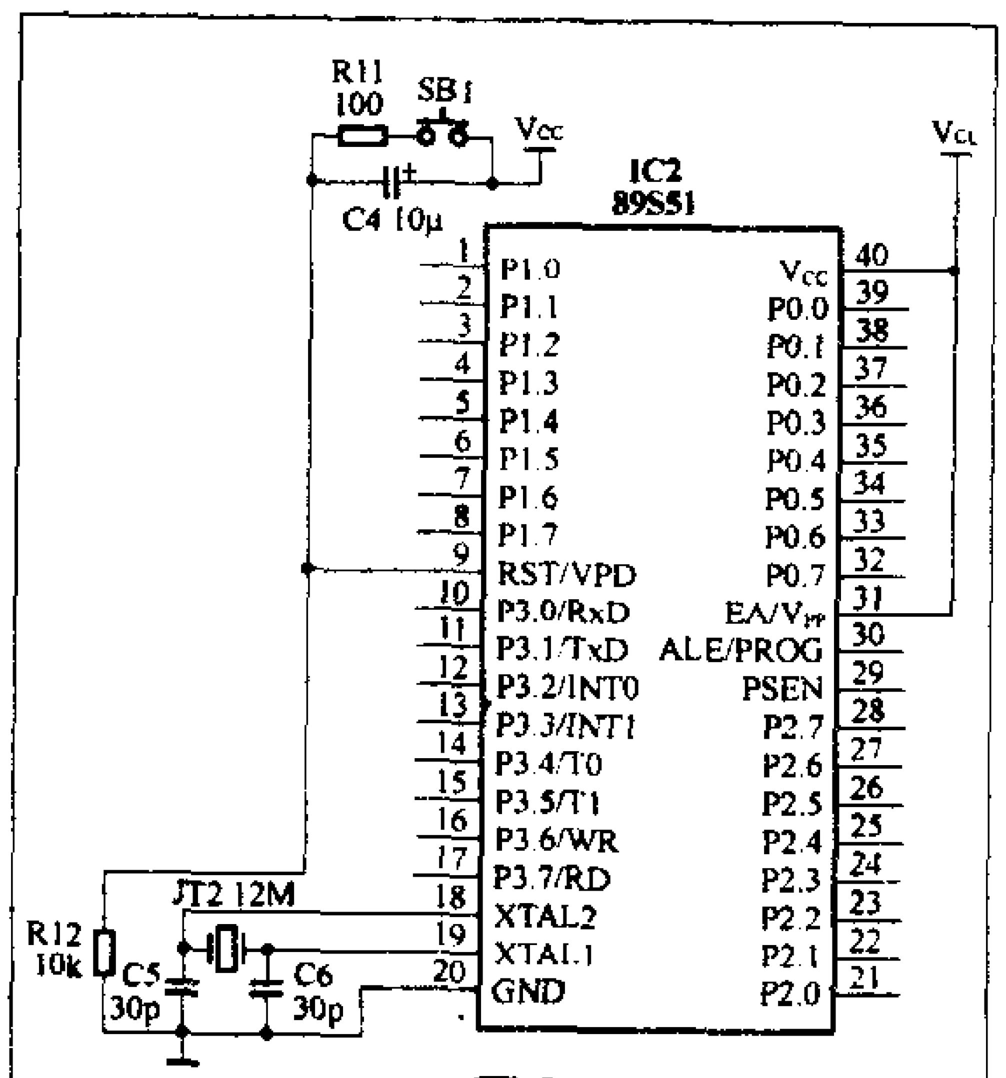


图6

如图6所示，第18、19脚接12MHz石英晶体，在晶体两端各接一个30pF的电容到地。第9脚为复位端，在该脚接一个10k的电阻R12到地，以确保该脚在正常工作时为低电平0。同时，为了在加电时给该脚一个高电平复位脉冲，因此用一个10μF的电解电容C4连接到电源V_{CC}，在电容C4两端还接有一个手动复位按钮SB1，R11的作用是避免按压按钮时大电流冲击按钮触点，避免接点氧化。其他引脚只需按图示连接即可。

5.语音录放电路

语音录放电路的作用主要是用于遥控操作过程中的语音提示。

本试验板选用ISD1420型语音芯片。该芯片录音时间为20秒，可分段录放音，掉电后存储内容不丢失，能满足学习和试验需要。

有关该芯片的详细应用资料请到以下链接下载：

http://wwww.ges.cz/sheet/i/isd1420.pdf。

电路图如图7所示。与按钮SB2相连的第27脚为录音控制端，低电平有效，就是按压SB2不松手，使27脚保持低电平，此时才能进行录音。一旦将按钮抬起来，该脚变为了高电平，录音就要停止了，总的录音时间不能超过20秒钟。与SB3相连的24脚为放音控制端，下降沿有效，就是按压一下按钮SB3，给24脚一个下降沿脉冲，该芯片就能进入放音状态，直到一段声音放完为止。芯片的第27、24脚除了与按钮SB2、SB3相连外，还要与单片机相连（图中的E区），以便实现远程录音控制和放音控制，即通过电话遥控录音和放音。芯片的17、18脚为录音输入端，MIC为本地录音话筒（D区），为了实现远程在线录音，即通过电话编程录音，将话筒MIC的一端通过C9接地，另一端（C点）通过图2中的C18、R37与摘挂机电路中的电子开关管VT1的集电极相连，从而实现对来自电话线上的声音信号进行录音。LED9为录音指示灯，录音时LED9应点亮。第14脚为放音输出端，由于该芯片输出的声音信号十分微弱，因此从14脚输出的声音信号必须要进行功率放大（B区）。第1、2脚和第4、5脚为录、放音地址选择，通过改变这4个引脚的状态组合，可实现对该芯片的16段录音或放音，这4个地址端接了一个4位的拨码开关SW-DIP4（F区），该拨码开关是用来硬编程录音用的。硬编程时，通过拨动拨码开关的组合，可以对16段语音分别进行录音编程和放音编程。如果使用软件编程，就要将4位拨码开关全部放置于断开状态，以免硬件拨码开关的状态与单片机端口的状态相冲突。同时，4条地址线也要进入单片机（图中的A区），以便于实现软编程录、放音时的地址分配。

有关本试验板的软件编程内容见下期文章。

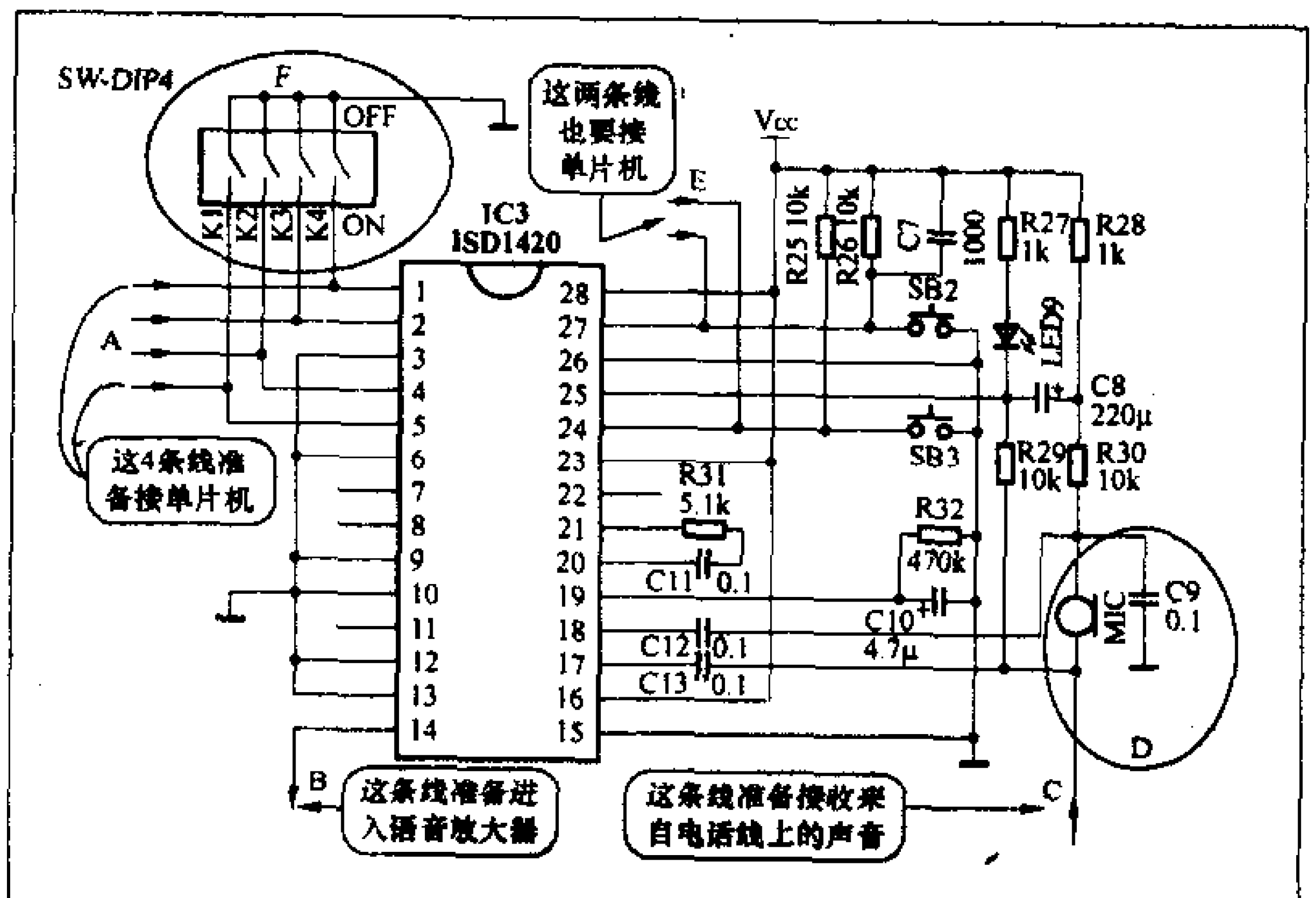


图7

用金山词霸自动提示单片机指令功能和用法

文/徐世锋

金山词霸是大家很熟悉的词典软件，启动以后，用鼠标点某个外文单词，立即就会给出它的中文解释，非常方便。如果在编写单片机程序或者阅读程序的时候也能有这样一个助手：鼠标指向某个指令，立即给出它的功能和用法，不就不用记那么多枯燥的指令了吗？特别是对于初学者不需要再频繁查资料了。其实这很容易实现，用金山词霸就可以。不过金山词霸中并没有收录单片机的指令，需要我们自己添加。下面就介绍用金山词霸里面的“用户词典”来实现自动提示单片机指令功能和用法的方法。

首先制作词库。笔者用的是2003版，其他版本的功能与之相似。运行词霸，点击主菜单按钮，然后点击“用户词典”。进入用户词典编辑界面（图1），在这里输入单片机的指令和相应的解释，输入完毕后保存，就可以建立自己的单片机词典了。输入的时候要注意：用户词典编辑器功能并不强大，只能输入文字，不能插入图片，而且输入的解释内容不能换行，否则在使用的时候显示的结果仍然是连续的，换行符显示成乱码。单词中也不能有

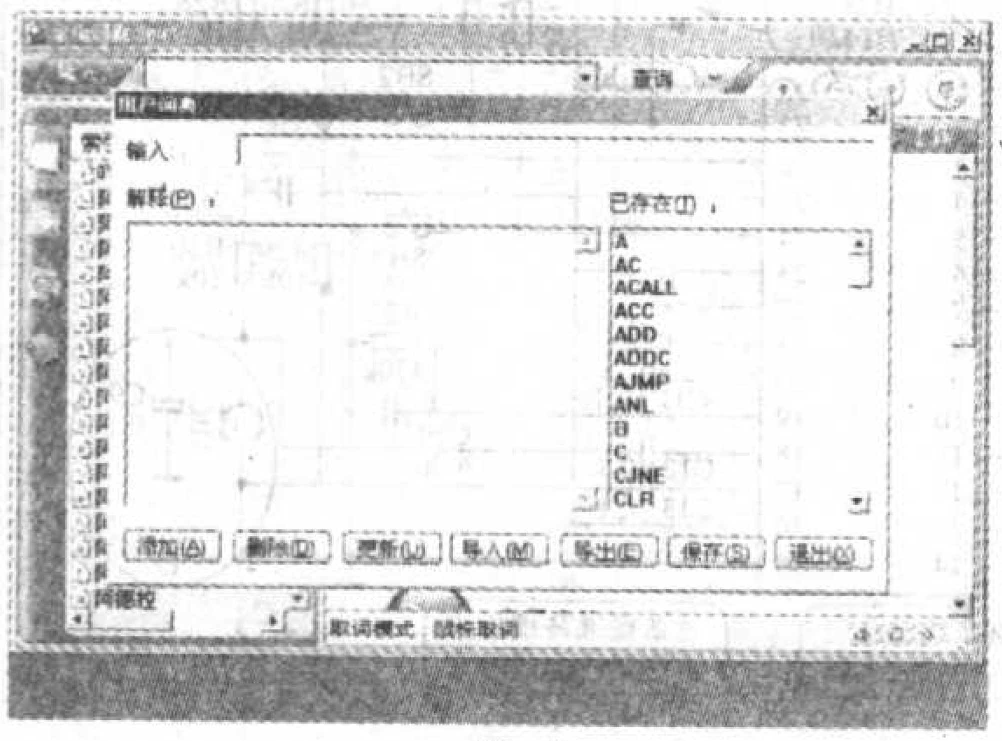


图1

数字，比如：TH0、TH1不能作为单词。

已经输入的单词想要修改，可以删除它，重新输入，也可以直接修改内容，然后按“更新”按钮，注意一定要保存。

下一步是把“用户词典”添加到“取词词典”和“查词词典”里面，以便让它发挥作用。鼠标经过某个单词的时候，立即显示的内容来自“取词词典”。添加的方法是：点击主菜单按钮，然后点击“设置”/“取词词典”/“添加”，在弹出的词典列表中选择“汉汉词典”/“通用词典”/“用户词典”（见图2，2003版金山词霸把用户词典放在了汉汉词典里面。），按“确定”。接下来调整词典顺序，把“用户词典”排到第一位，这样，取词的时候就可以首先显示用户词典的内容了。

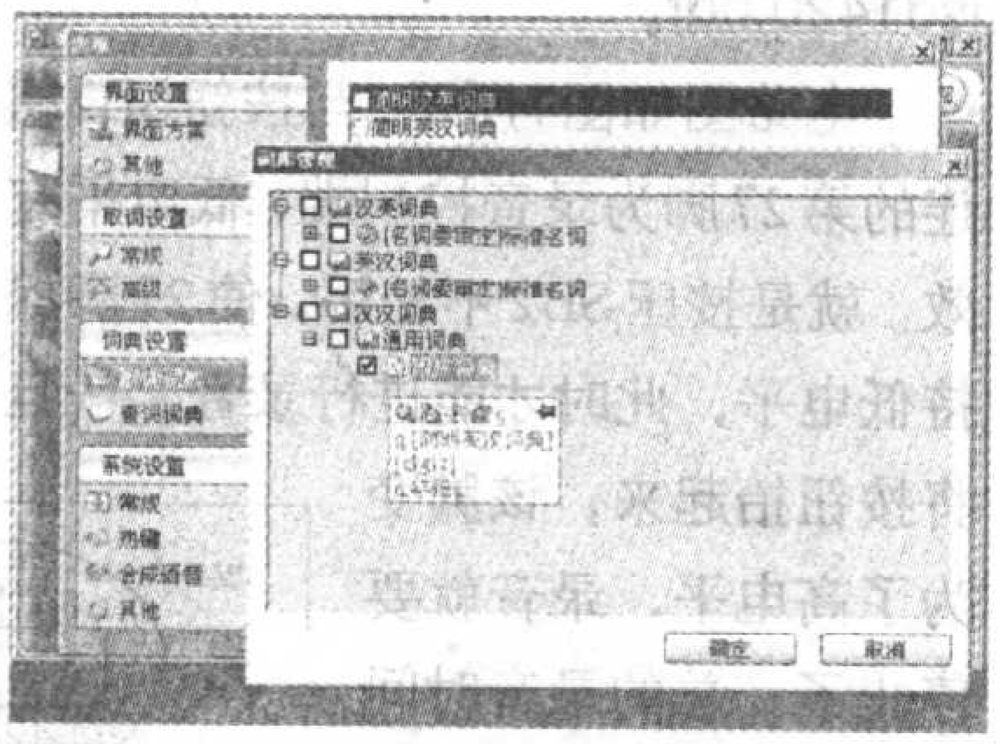


图2

按照同样的方法在“查词词典”中添加“用户词典”，并设置顺序。

关闭《金山词霸》，再启动它，“用户词典”就可以生效了，用鼠标指向一个指令，看是不是可以给出解释了？不错吧！（图3）

把用户词典排到第一位，会不会

图3

影响英语学习呢？不用担心，看看单片机的指令就明白了，全是一些单词的缩写或者极其简单的单词，阅读英文资料的时候，这些词一般不需要查词典了。

做好的“用户词典”也可以拿到其他电脑上与别人共享。在“用户词典”编辑器里面，有两个按钮：“导出”和“导入”（见图1）。可以用导出功能把词典导出为文本文件，到另一台电脑上，再导入就可以了。也可以直接把词典文件复制过去。我们刚刚建立的用户词典保存在系统安装目录下的：documents and settings\username\application data\kingsoft\powerword\userdict文件夹里面，注意username是你登录时的用户名，Application Data是一个隐含文件夹。

笔者比较喜欢用51单片机，本期配刊光盘中有笔者制作的mcs51单片机指令词典，以文本文件格式保存，你可以自己导入到“用户词典”中使用。收录哪些指令完全看个人爱好，笔者的词典里面不仅有51单片机的指令，还把编写程序时能用到的寄存器或者标志位的名字也收录进去，甚至那几个伪指令也收录了，比如用鼠标指向“DPTR”会给出解释：“数据指针寄存器，宽度16位。高8位是DPH，实际地址83H；低8位是DPL，实际地址82H。”鼠标指向“ORG”会给出解释：“程序开始伪指令。”如果你学的不是mcs51单片机或者学的不是汇编语言，只需按照自己的爱好，建立自己的“用户词典”就可以了。

利用非标元件库创建国标元件

文/刘明黎

在用PROTEL 99设计电路时，常会遇到电路原理图符号与我国国家标准不符合的问题。常规的解决方法是手工创建新的国标元件，这种方法费时、费力，且由于软件的局限性（例如电气栅格的最小步长为1mil）使得所创建的国标元件不规则，效果不好。现介绍一种方便、快捷利用非标元件创建国标元件的方法，省略了手工创建的繁琐过程，并且效果极佳。

手工创建原理图元件符号的缺点

我们以较为常用的NPN三极管符号为例，来看一下手工创建国标元件符号存在的缺点。图1是软件自带非标元件库中的NPN原理图符号（旧的国标符号），图2是新的国标NPN三极管，图3是手工创建的国标NPN符号，其缺点如下：

1.为使符号大小与其他元件大小相符，要参照其他元件，按照相同比例画出，因此，要查清楚元件所占可视栅格数，不断切换工作界面。

2.为使符号规则、美观，还要调整线径大小，改变画线参数。射极箭头也要一点一点画出。需要不断调整电气栅格参数，而电气栅格的改变，会造成在调用时放置不到原理图的准确位置上，影响整个原理电路图的电气连接。

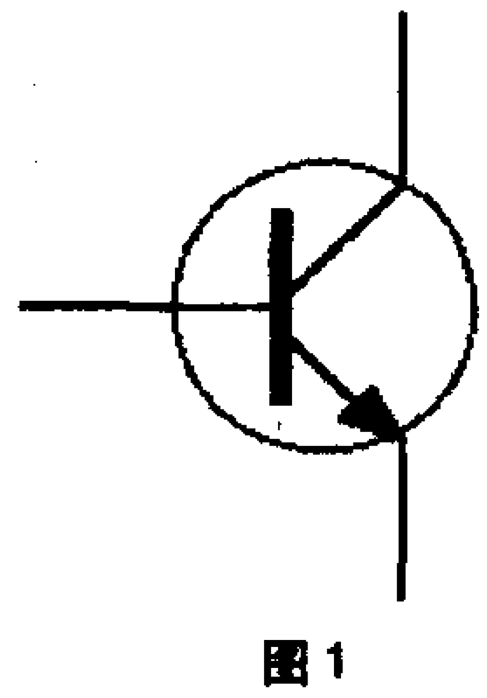


图1

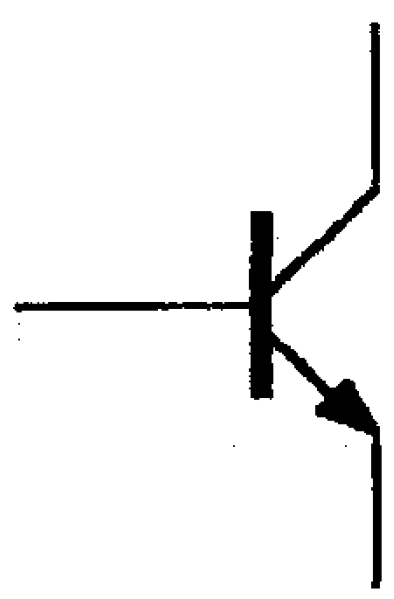


图2

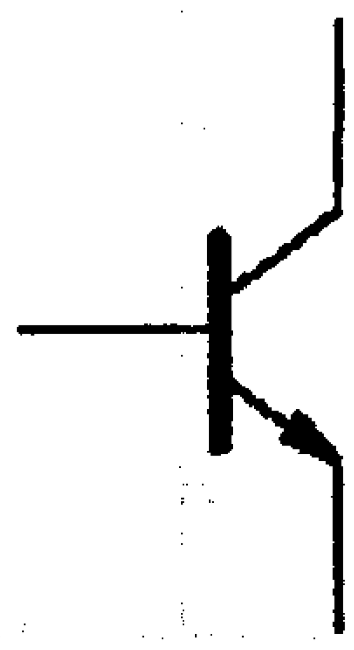


图3

3.元件管脚需要分别放置，并且要设置参数。

4.所画斜线有毛刺，如图3的集电极和射极。

5.费时（熟练者约需用2分钟），影响工作效率。

笔者介绍的方法，不但有效克服了以上缺点，并且提高了工作效率。

利用非标元件库中元件创建国标元件

下面仍以NPN三极管符号为例介绍具体的创建步骤：

1.先建立自己的国标元件库。选择菜单“File / new”命令，新建原理图元件库文件，取名“mine.lib”并将其打开。

2.打开软件自带非标元件库“Miscellaneous Devices.lib”，找到非国标的NPN三极管符号。

3.执行“Edit / Select / Inside Area”命令，使此NPN三极管符号处于选中状态。

4.执行“Edit / Copy”命令，光标变为“十”字形，将光标移至选中部分，单击鼠标左键。

5.回到“mine.lib”文档工作界面，执行“Edit / Paste”命令，光标变为“十”字形，并附着有非国标的NPN三极管符号，将光标移至图纸第四象限靠近原点的地方，（注意电气栅格参数为默认值10mil），将三个电极与可视栅格对齐，单击左键，非国标的NPN三极管符号就被粘贴至自建的国标元件库“mine.lib”。

6.执行“Edit / Deselect / All”命令，撤消NPN三极管的选中状态。

7.执行“Edit / Delet”命令，光标变为“十”字形，将光标移至NPN三极管符号的圆形线上，单击左键，去掉圆形，即得到国标的NPN三极管符号。

8.在自建的国标元件库“mine.lib”中，执行“File / save”命令，进行保存，可供下次使用。

可见，利用原有的非标元件，创建新的国标元件，不需调整电气栅格参数；不需要考虑新建元件的大小（因为是拷贝原有元件，大小是一致的）；不需要分别放置元件管脚及设置管脚参数；手工绘制的工作量大大减少，并且保证了图形的美观和协调。

注意事项

1.本方法中拷贝操作必须在元件库中进行。即利用原有非标元件时，必须在非标元件库中执行“Edit/Copy”命令，原理图中的非标元件不能使用。

2.执行“Edit / Copy”命令后，必须在选中范围内的实体上单击左键，在其他空白处无效。

3.执行“Edit / Delet”命令后，光标必须放置在圆形的圆弧线上单击左键，才能够删除圆形。对于其他元件也是如此。

4.在创建的全过程中，无须改变电气栅格参数（使用默认值10mil即可），以保证与原理电路图的一致性。若改变了反而会造成麻烦。

5.创建完成后，关闭原非标元件库时，提示是否保存，要选择“NO”。

其实，也可以在非标元件库中直接进行修改，修改完成后执行“Place”命令，可直接将国标元件放置在原理图中，读者可自己尝试。另外，对于新元件封装的创建，此方法仍然有效。

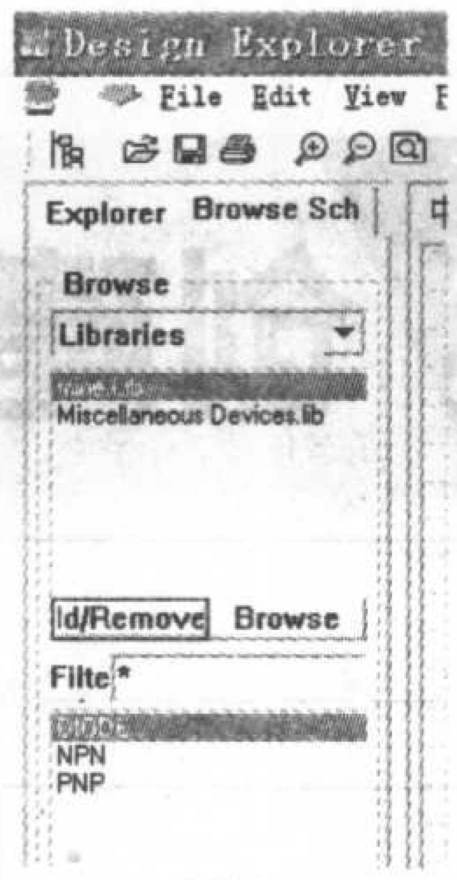


图4

以上介绍了利用原有的非标元件创建国标元件的方法。其实质，是利用非标元件与国标元件之间的相似性，加以巧妙的修改，合理的利用，避开了繁琐的绘制过程，取得了良好的效果。

本期光盘中有笔者自建的国标元件库“mine.lib”（数据库名称为“元件创建.ddb”），其使用方法为：在原理图绘制界面左侧，点击设计管理器标签（Browse Sch）下的“Add / Remove”命令，见图4，出现添加/删除元件库对话框，在查找范围中输入“mine.lib”元件库所在的数据库路径——“元件创建.ddb”，双击该数据库，即可完成新建元件库的添加，见图5(注意此时显示添加的是元件库所在的数据库“元件创建.ddb”)，点击“OK”后，在设计管理器中就会发现新建的“mine.lib”元件库已经被调用(见图4)，其使用方法与软件自带元件库一样。

图5

推荐书目

品牌推荐 《无线电》1955-2005年合订本（6CD-ROM） 邮购价：120元/套 《无线电》2001-2005年合订本（2CD-ROM） 邮购价：40元/套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28.00元/本
14091	《无线电》家电维修精汇	35.00元/本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28.00元/本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28.00元/本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00元/套
9020051	《高保真音响》2005年增刊 电子管名机赏析	28.00元/本
14021	无线电问与答精汇	41.00元/本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00元/本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38.00元/本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35.00元/本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35.00元/本

畅销图书		邮购价
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00元/本
12897	实用报警电路	28.00元/本
12537	看图学电工技能	34.00元/本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00元/本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00元/本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00元/本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00元/本
12123	万用表使用技巧60例	25.00元/本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00元/本
12182	红外探测与控制电路	51.00元/本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00元/本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00元/本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00元/本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00元/本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00元/本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17.00元/本
10862	I²C总线彩色电视机软件调整手册	76.00元/本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00元/本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00元/本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003~2005年第1~12期，2006年第1~8期		6.80元/本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00元/本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00元/本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00元/本
2000年增刊		6.00元/本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28.00元/本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28.00元/本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28.00元/本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28.00元/本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24.00元/本
902000	《无线电》2000年合订本	45.00元/本
909900	《无线电》1999年合订本	42.00元/本
82-590	《高保真音响》	
2003~2005年第1~12期，2006年第1~8期		15.00元/本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28.00元/本

光盘产品		邮购价
68139	常用电子管资料汇萃（CD-ROM）	40.00元/套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40.00元/套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110.00元/套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00元/套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38.00元/盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00元/套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00元/套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00元/套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108.00元/套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00元/套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00元/套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

巧用两片8位DAC代替16位DAC设计高精度恒流源

文 / 孙福成

在许多场合，为了达到设计精度上的要求，我们需要使用高分辨率的D/A转换器。目前8位的D/A转换器如DAC0832在市场上的售价不足20元，而12位的转换器如DAC1210等售价在140元左右，16位的D/A转换器价格大体上在400元左右。因此转换器的价格随分辨率按指数规律上升。在对转换速度要求不高的情况下，为了降低系统的成本，可以用两片8位的DAC实现16位DAC精度。接下来笔者就以用89C51单片机实现的恒流源的设计为例来分析实现的方法。

该恒流源输出范围较大，要求能产生1mA～5000mA的电流。其输出的电流值既可直接从键盘上指定，又可用+/－键以1mA的步进值进行递增或递减。要区分出5000个状态，D/A转换器的分辨率要选13以上（2^{13}=8192）。若采用16位高分辨率的转换器，系统的成本会很高。在确保精度与范围的情况下，我们采用两片8位的A/D转换器DAC0832，同样达到甚至可以超过所要求的精度，同时降低了成本。

如图1所示，该电路由恒流源、信号综合、粗调、细调、CPU控制等部分组成。在恒流源电路中我们可以看出，在两个三极管的β值足够大的情况下，流过基准电阻（2Ω）的电流与流过负载的电流基本是相同的，即$I_L=V_{o3}/R_L$。并且要在负载中产生1mA的电流，则V_{o3}要输出2mV的电压。信号综合部分是一加法运算器，其输出表达式为$V_{o3}=-(V_{o2}+V_{o1})$。粗调部分与细调部分都是用8位的D/A转换器实现的。CPU给粗调部分可传送0～19这20个状态值，通过调节电位器设置好合适的放大倍数，使D/A转换器的值每增减一位，V_{o3}的输出增减500mV，即可在负载中增减250mA的电流，实现电流的粗调。细调部分可接收CPU送来的0～250这251个状态值，调节好放大倍数后，使D/A转换器的值每增减1位，V_{o3}的值增减2mV，即可使负载中的电流增减1mA。整个工作过程的流程图见图2。

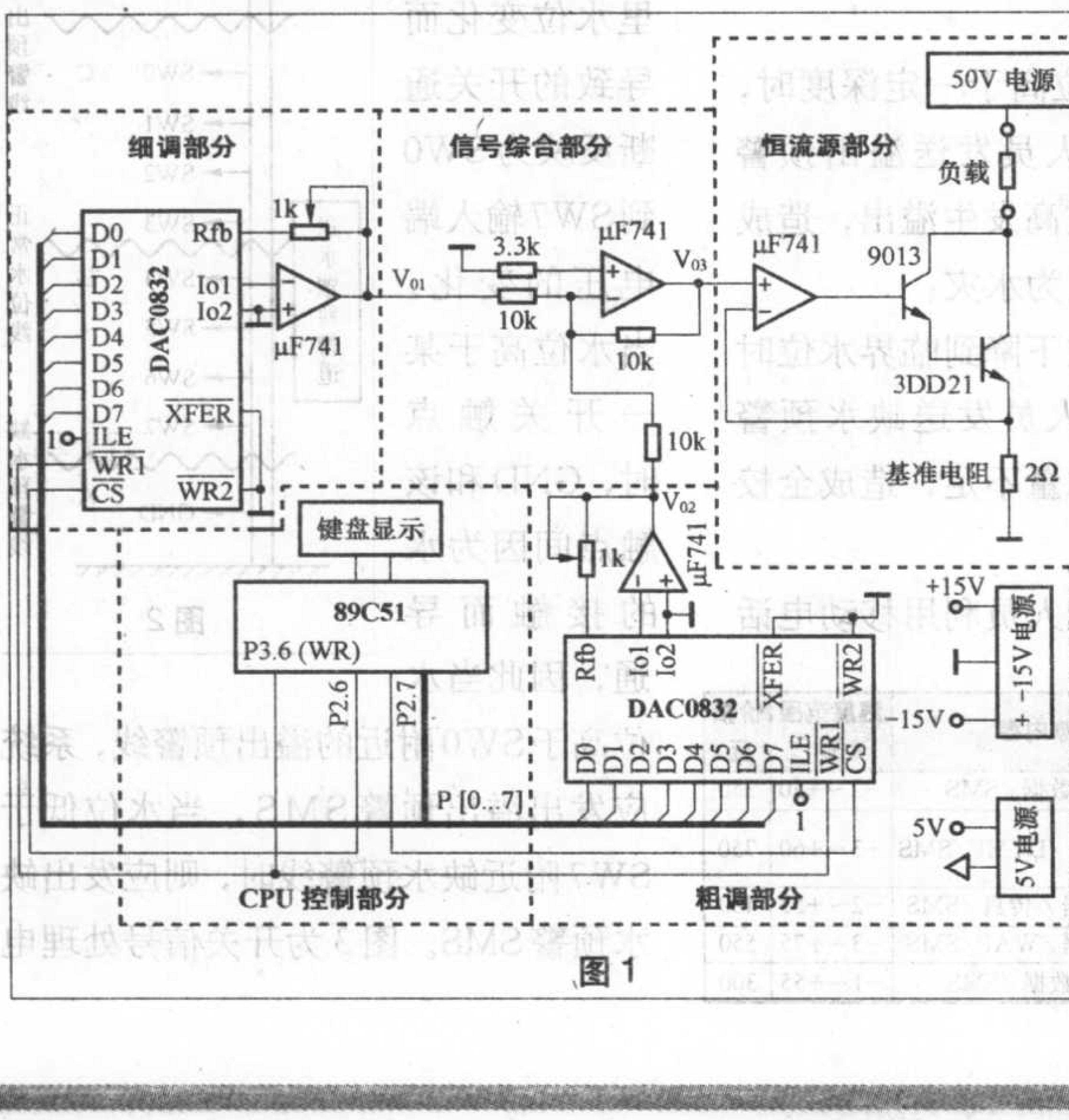


图1

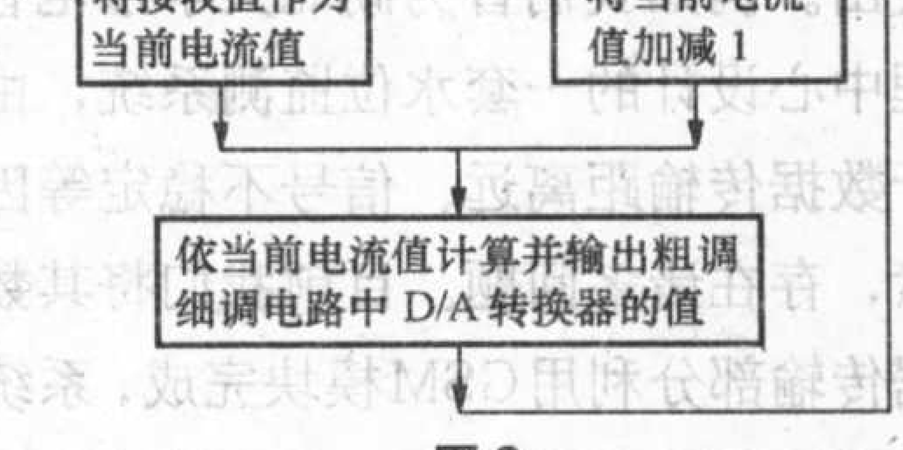


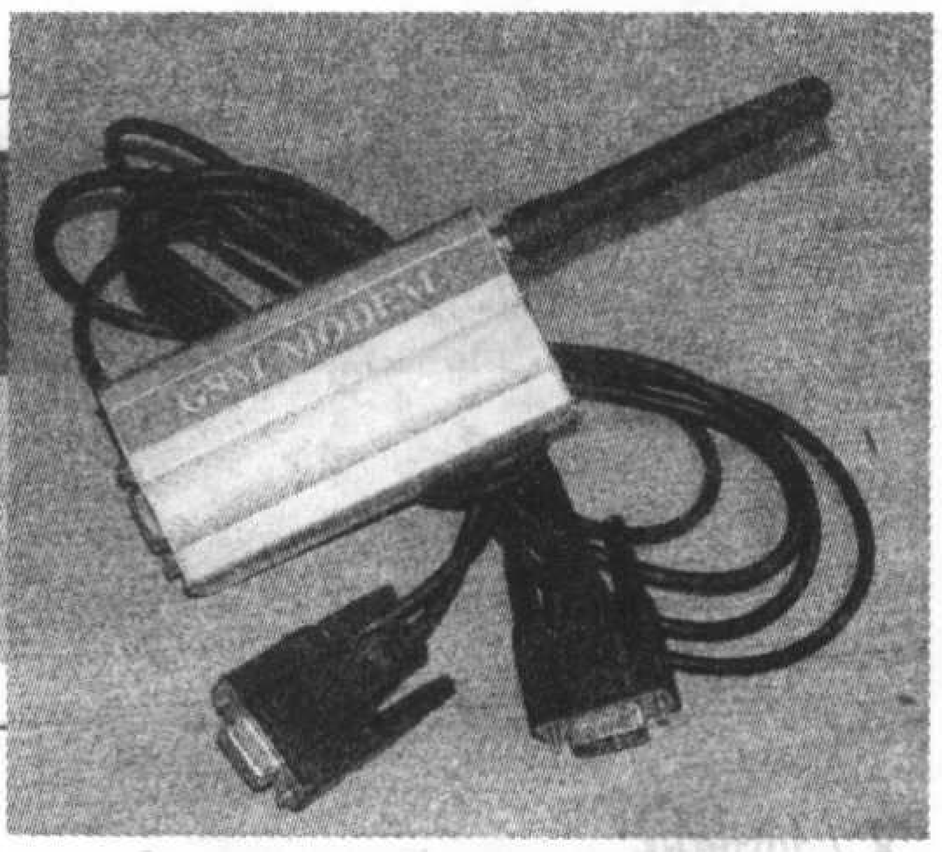
图2

通过低分辨率D/A转换器的组合，达到了高精度的目的。在理论上通过这样组合以后，可达到16位分辨率的功能。对于该电路，可使电流的分辨率提高到0.1mA。

在该系统中，电流由电压V_{o3}在基准电阻上产生的，因V_{o3}非常稳定，由此产生的电流也非常稳定，纹波系数非常小，并且三极管β值的波动及+50V电源电压的波动对电流的影响也非常小。整个系统性能稳定、精度高、成本低。

由此可见，在对精度要求高、转换速度要求不高的情况下，我们可以通过低分辨率的器件的组合，实现高分辨率器件的功能，使系统的成本大大降低。

用GSM模块实现水位远程监控和预警



文/王 轲

如今移动电话已成为非常廉价而又普及的个人生活、办公用品，同时基于移动电话的短消息服务SMS(short message service)也因为可靠的硬件和稳定的网络运行平台得以广泛应用。除了日常生活中亲朋好友之间互发短信以外,SMS还以其方便、廉价、可靠的优势广泛应用于温度、湿度、压力等参数的数据采集系统。特别是在无人值守的状况下，数据的传输又显得非常重要时，其优势就更加突出。例如我们曾为湖北大学水电管理中心设计的一套水位监测系统，由于数据传输距离远、信号不稳定等因素，存在诸多问题。目前我们将其数据传输部分利用GSM模块完成，系统能够长期稳定地工作。本文就结合该水位检测和预警系统中的具体情况，详细介绍GSM模块的应用。

GSM模块简介

GSM模块和移动电话一样，都是典型的GSM终端，由电源电路、GSM基带处理器、FLASH存储器、通信接口电路、射频电路、发射天线等构成，电源电路负责外加电源的转换和过流保护等功能，通信接口电路负责外部控制器和GSM基带处理器的正常通信，FLASH存储器则用来存储短消息等数据，GSM基带处理器完成AT命令的解析以及射频电路的调制控制，射频电路配合天线完成载波的生成、消息的调制和发射。

一般GSM模块都提供一个DB9接头或扩展通信接口实现RS232通信，该DB9接头可以直接和PC的串口COM1或COM2相连，在系统超级终端下进行简单的GSM模块测试。

目前市场上常见的GSM模块有西门子的TC35系列、Wave come的WMO2系列、Falcom的A2D系列、Sony的GT48系列、中兴的ZXGM18系列等，其功能、用法差别不大。其中西门子的TC35系列具有较高的性价比,并且拥有国内的无线电设备入网证。各厂商典型GSM模块的基本参数如附表所示。

附表

生产商	型号	工作电压 V	工作频率 MHz	机械尺寸 mm	接口	传输内容	温度范围 ℃	价格 元
西门子	TC35i	3.3~5.5	900/1800	54.5 × 36 × 6.7	RS232-C	语音/数据/SMS	-2~+50	350
Wave come	Q2358C	5~25	单频800	58 × 32 × 6.5	15针扩展RS232	语音/数据/DTMF/SMS	-3~+60	750
Falcom	A2D-1	10.7~31	900/1800	83 × 50.5 × 10.5	RS232-C/RJ45	语音/数据/传真/SMS	-2~+55	400
Sony	GT48	3.0~4.0	850/1900	50 × 33 × 7.2	RS232-C	语音/数据/WAP/SMS	-3~+75	550
中兴	ZXGM18	3.6~4.5	900/1800	78 × 42.5 × 9.5	RS232-C	语音/数据/SMS	-1~+55	300

系统功能和构成

该系统利用GSM模块主要实现了以下预警功能：

1.当库存水位高于一定深度时，及时向水电管理人员发送溢出预警SMS，防止水位过高发生溢出，造成浪费和不必要的人为水灾；

2.当库存水位下降到临界水位时及时向水电管理人员发送缺水预警SMS，防止库存水量不足，造成全校断水；

3.当水电管理人员利用移动电话向系统发出查询水位SMS时，系统能以SMS形式正确回应当前库存水位状态到水电管理人员移动电话。

系统构成如图1所示，主要由5大部分构成。其中GSM模块是本应用系统中设计的核心，本设计采用的是西门子公司的TC35i。GSM网络使用中国移动GSM短信息服务网络，移动电话则采用市场上普通的移动电话，本设计中使用NOKIA 3100。

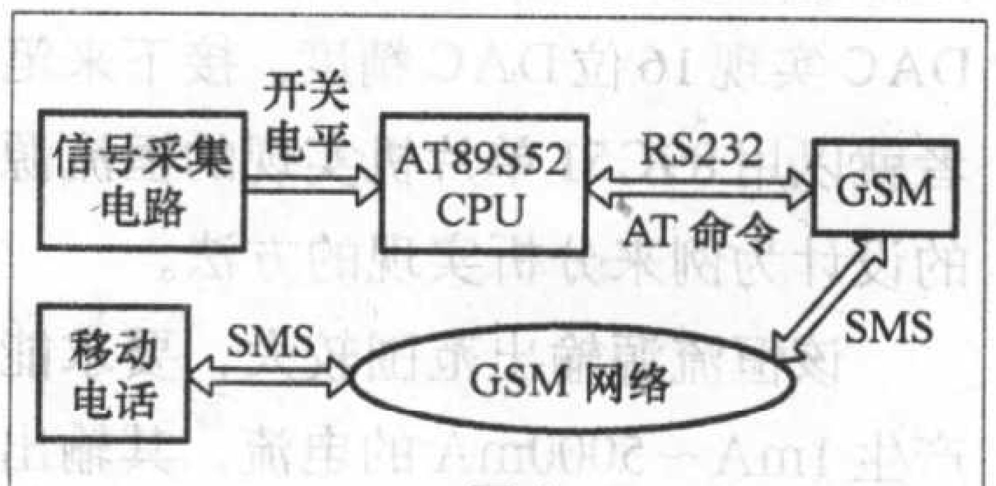


图1

硬件电路

图2所示为位于水下的开关信号取样装置，这里水位变化而导致的开关通断反映为SW0到SW7输入端电压的变化。当水位高于某一开关触点时，GND和该触点间因为水的接触而导通，因此当水位高于SW0附近的溢出预警线，系统应发出溢出预警SMS，当水位低于SW7附近缺水预警线时，则应发出缺水预警SMS。图3为开关信号处理电

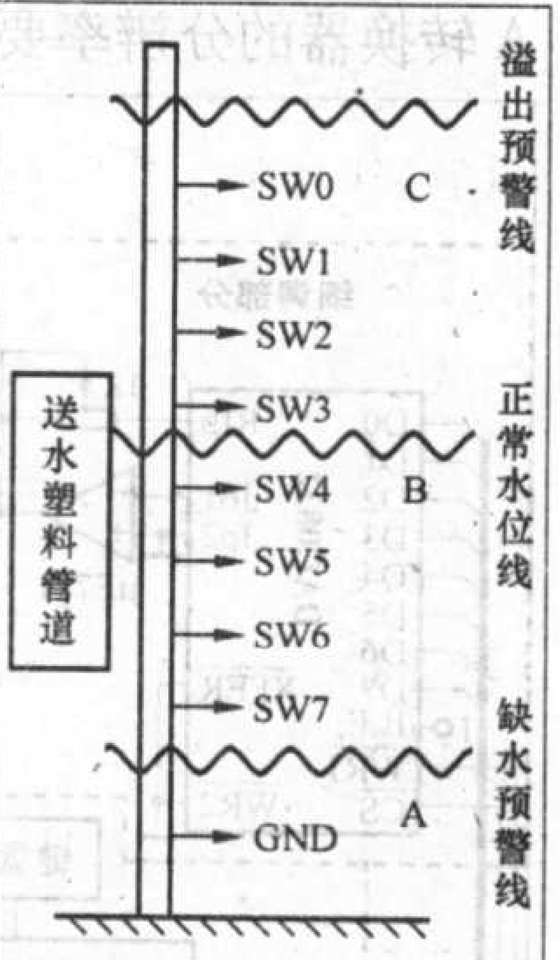


图2

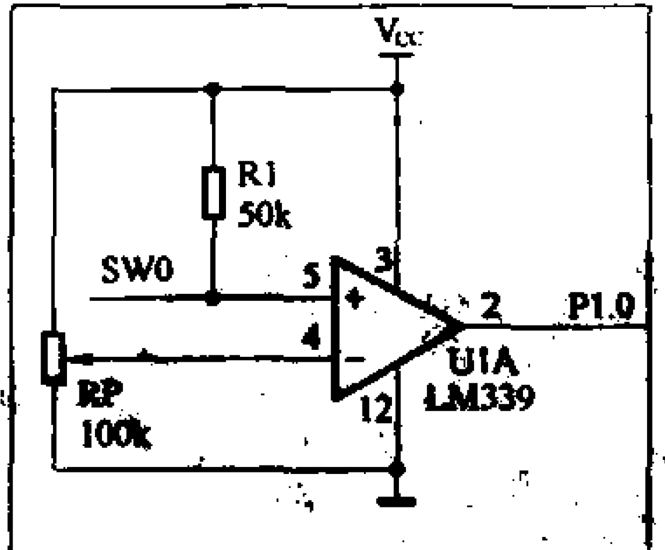


图3

路，负责开关电压信号到标准TTL电平间的转换，然后将标准TTL逻辑电平送向微处理器进行处理。图中只画出了一路，共有2片LM339的8个比较器分别与SW0~SW7相连，把开关信号输出到AT89S52的P1.0~P1.7。

图4为系统微控制器电路，采用典型的AT89S52系统结构，通过公头DB9连接GSM模块，通信方式选用简单的3线模式。电路参数的选择中选取晶振频率为11.0592MHz，以产生精确的9600波特率，满足GSM模块的通信所需。需要特别强调的是AT89S52的RXD、TXD和DB9的接线。PC的DB9 引脚定义2为输入，3为输出，5为公共地，因此实际接线时要确保AT89S52的TXD经电平转换后连接DB9的2脚，RXD经电平转换后连接DB9的3脚，同时把5脚作为系统公共地连接。

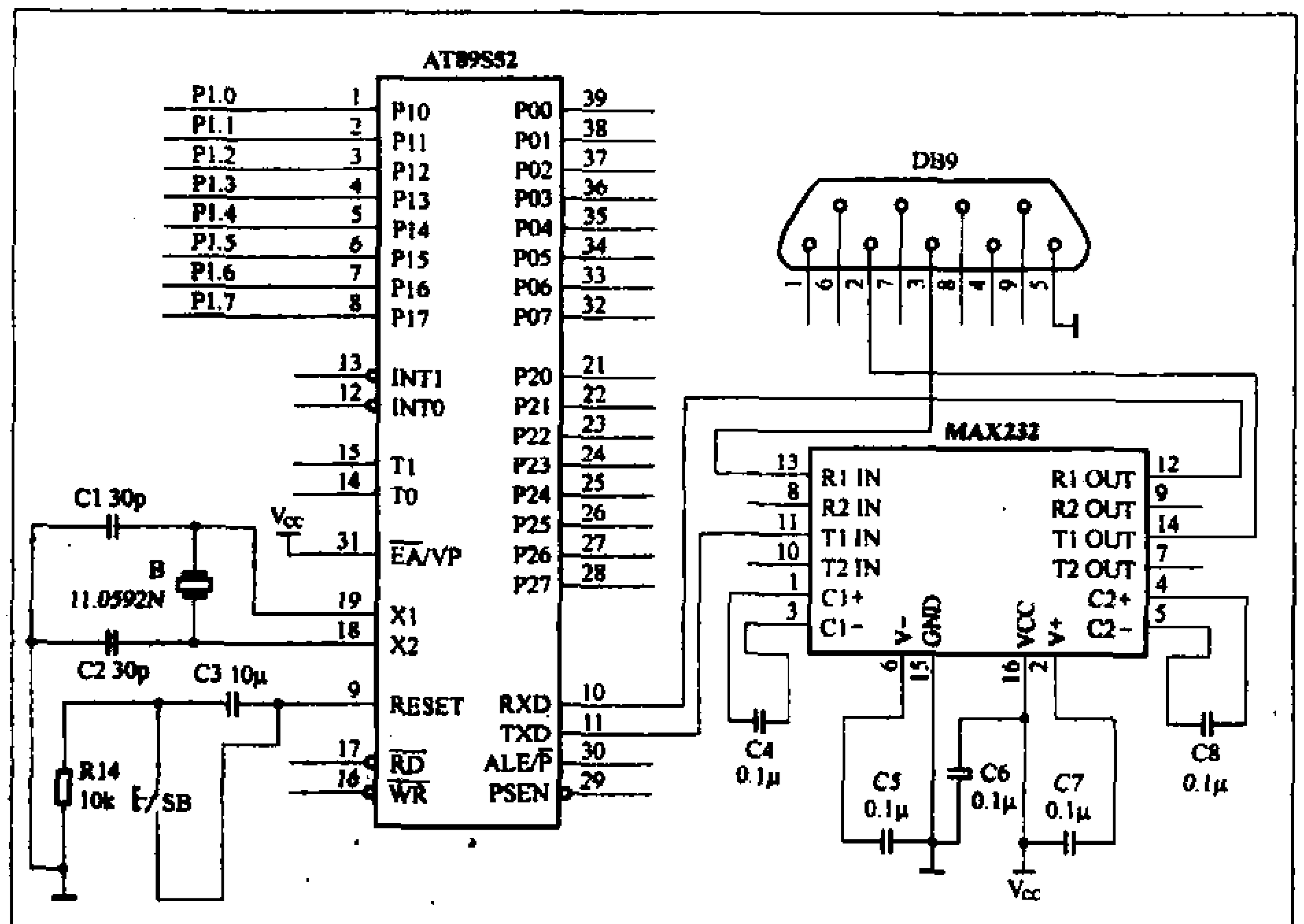


图4

整个系统采用+5V供电，GSM模块使用其配套的专用电源。

软件设计

整个应用软件分为主程序和中断处理程序两大部分。主程序部分的流程图如图5所示，大循环根据不同的开关量输入进行相应的逻辑判断和处理，具体由图5中A到B完成，具体展开如图6所示，依次判断溢出、缺水和来电查询三种情况。每次当发送完SMS后都需经过图6中所示由C到D的应答判断，以确定GSM模块是否成功完成SMS的发送，具体判断过程如图7所示。

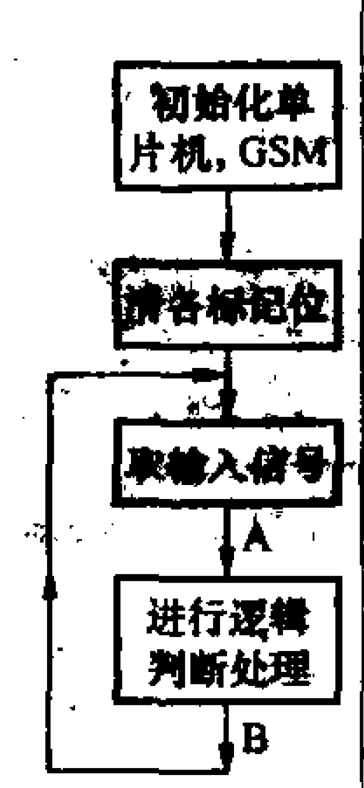


图5

需要说明的是发送成功与否的标记判断要配合图8所示的中断处理程序来完成，当GSM模块成功完成SMS的发送和接收时都会通过RS232串口返回一串含有“OK”的码流，中断处理程序通过检测码流中连续的字符“OK”来置位发送成功标记。每发送完一条SMS时即可由C进入成功标记的判定。若成功则清成功标记，为下次使用做好准备，同时进行相应的标记处理，即若是发送缺水或溢出SMS成功则置位缺水或者溢出标记，表明对于目前的状态已经进行了相应的处理，避免缺水或者溢出情况持续存在情况下连续发送SMS；若是应答来电查询成功则清零来电标记。

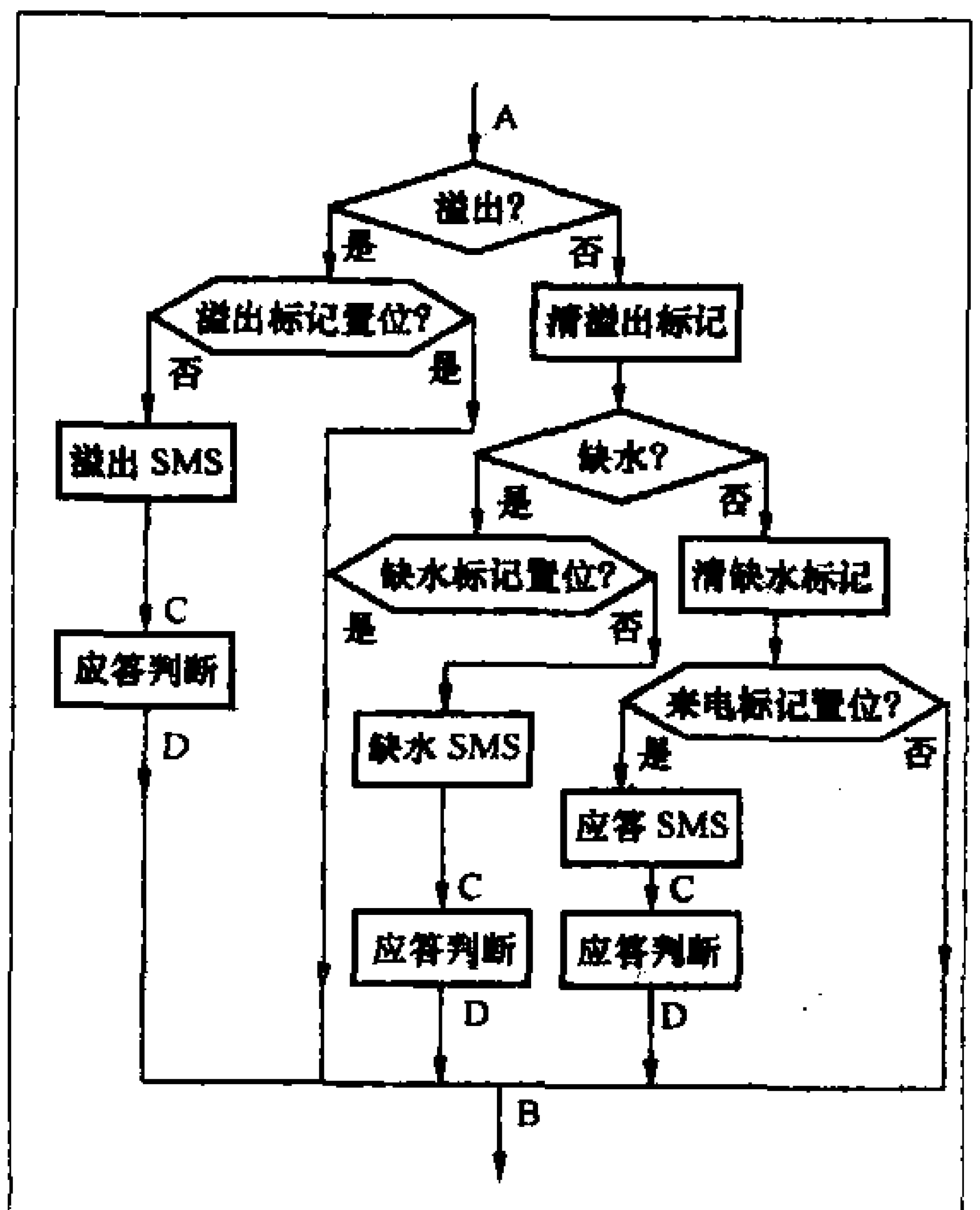


图6

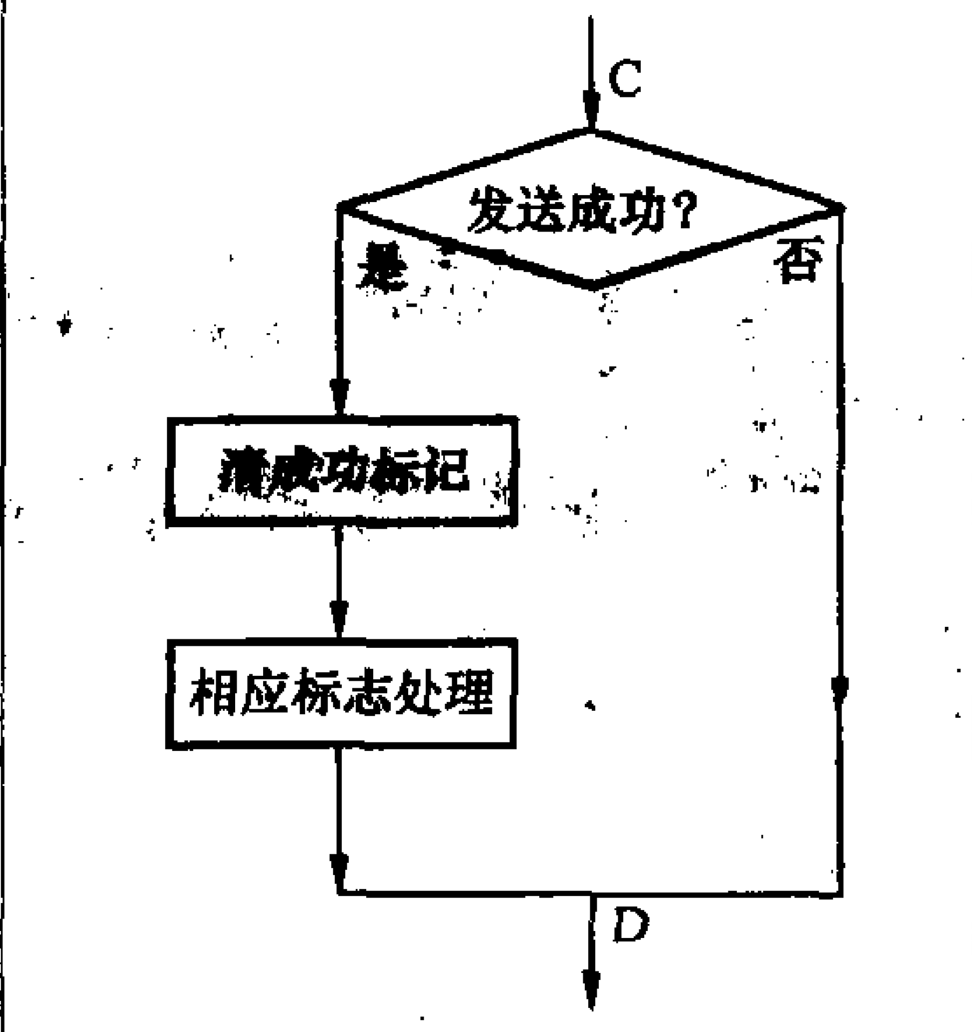


图7

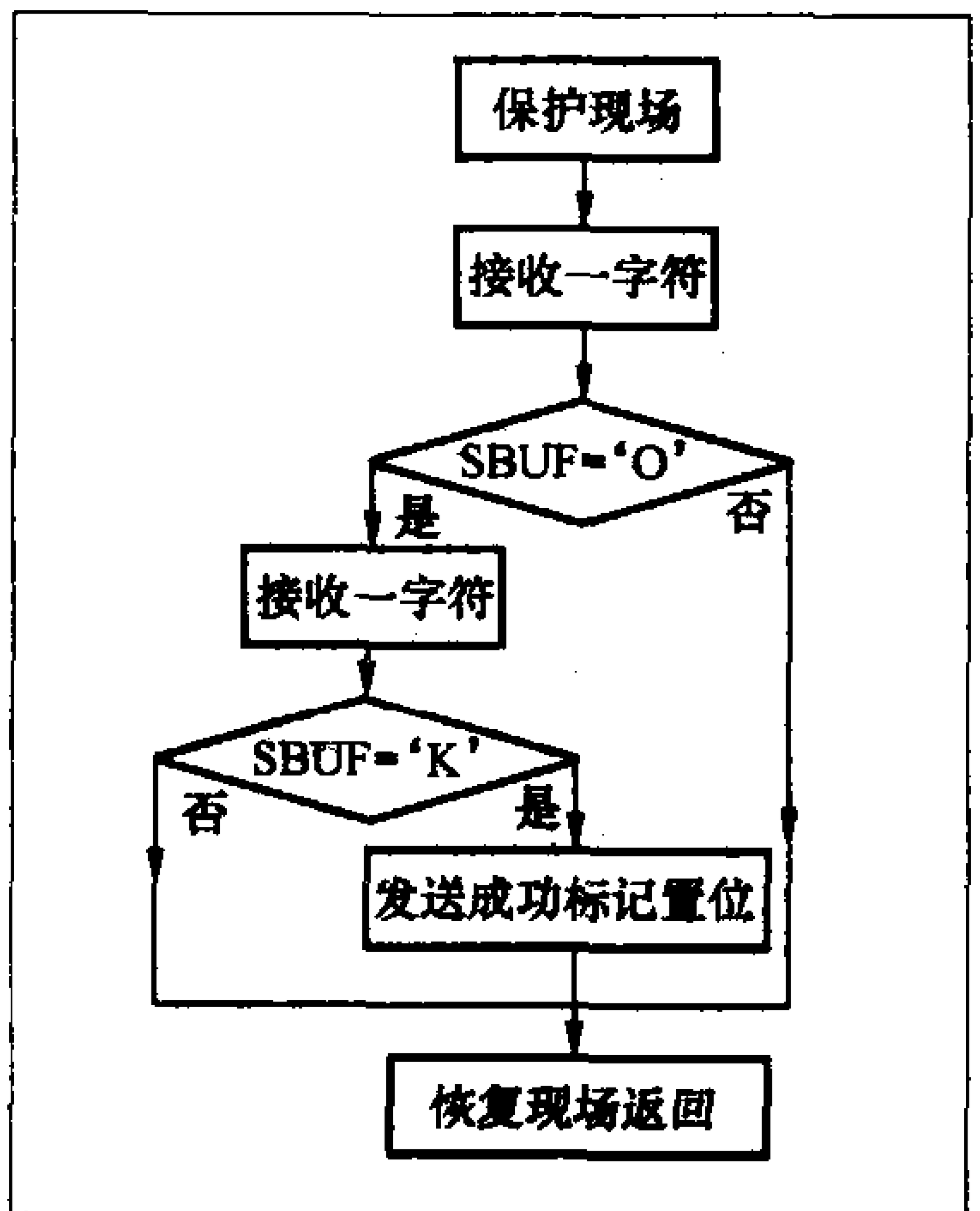


图8

整个软件部分的关键是标记的处理和SMS的发送和接收。在实际编程中对于标记的处理希望引起特别注意，特别是当图7中判定发送SMS失败时没有安排程序循环发送直到发送成功，这是考虑到在溢出或者缺水情况持续存在情况下，即便一次不成功

走进精彩的AVR单片机世界

用ATmega16打造独特的密码保管箱(中)

——用ATmega16控制液晶显示屏

文/李鹏飞

在上一期中我们制作的密码保管箱要借助于电脑进行显示，本文将介绍使用ATmega16控制液晶显示屏(LCD)的方法，为密码保管箱增加液晶显示功能。

LCD的种类很多，我们介绍一种比较常用的16×2字符型LCD。它可以显示2行，每行16个字符，其控制芯片为HD44780，这种LCD在电子市场上比较容易买到，本文用到的是国显电子的GXM1602C，其引脚的分配情况见表1。

表1

引脚号	名称	电平	功　能
1	VSS	–	GND (0V)
2	VDD	–	逻辑电压 (+5V)
3	VO	–	LCD驱动电压
4	RS	H/L	H：数据，L：命令
5	R/W	H/L	H：读取，L：写入
6	E	H，H→L	使能信号
7	DB0	H/L	数据总线
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	LEDA	–	背光LED电源
16	LEDK	–	

VO引脚一般可以直接连接GND，这样$V_{DD}-V_O$的电压为5V，作为提供给LCD的驱动电压。RS引脚用来决定数据总线上的内容是数据还是命令，高电平为数据，低电平为命令。R/W引脚用来选择读取LCD还是写入LCD。E引脚是使能信号，高电平有效，或者下降沿(H→L)有效，只有该引脚有效才能对LCD进行相应的操作，见表2。LEDA、LEDK为背光电源的引脚，一般LEDA连接+5V，LEDK连接GND即可。

表2

RS	R/W	E	功　能
0	0	下降沿	写指令代码
0	1	高电平	读忙标志和AC值
1	0	下降沿	写数据
1	1	高电平	读数据

现在来连接LCD与ATmega16。通常将LCD的8位数据总线接口与ATmega16上的同一组I/O口连接，我们选择与ATmega16的PB口相连。RS、R/W与E这些控制信号分别接到PD4、PD5和PD7上。完整的电路

还可以再次根据当前水位状态重新进行判断处理，虽然在网络、GSM模块都正常时这种情况出现的机会很小，但这样处理不仅避免了网络出现的偶然故障带来的不便，而且当水位由缺水或者溢出两种情况变化到正常水位时，系统能够根据当前的水位状态依靠图6中加入的清溢出标记处理更新标记并进行正确的处理，防止程序进入死循环，提高了系统的智能化、人性化。

SMS的发送和接收

发送或接收SMS须按照GSM系统所支持的GSM 07.05定义的AT命令格式通过串口向外发送AT命令或者解析串口的数据流。SMS的发送和接收过程在实现中细节较多，也是实际使用中特别容易出错的地方，下面以发送一条SMS为例进行说明。

GSM 07.05定义的AT命令涵盖了TEXT和PDU两种模式下SMS所使用的命令。TEXT模式只能发送英文字母和0到9个阿拉伯数字，PDU模式则还可以发送汉字，且汉字采用Unicode编码，为了在应用中给用户一个良好的界面，以下使用的指令都是PDU模式下的AT指令。

发送SMS时，先发送AT+CMGS=XXX，其中XXX为要发送的汉字Unicode编码的字节个数加上15，比如要发送快乐两字，快乐的Unicode编码为5FEB4E50，字节数为4，那么XXX为019，当GSM模块返回OK后，接着发AT+CMGC=0891683108200705F0 11 00 0D 91683145153858F0 00 08 00 06 5FEB4E50 13，其中08 91为当地短信息中心地址前缀，在实际使用中可以不变，683108200705F0为当地短信息服务中心的地址861380XXX0500的每两个数字的倒序，当不足偶数个数字时以F补足，XXX为武汉市短信服务中心号码027，91683145153858F0为要发送手机号码的每两个数字的倒序，5FEB4E50为快乐两字的Unicode编码，13为结束SMS标志，实际开发中只需要改变下划线部分，其他部分不变，然后将每个字符翻译成ASCII编码由串口送出即可实现SMS到手机的发送。希望读者注意，这里的细节性错误往往是造成SMS发送失败的原因。

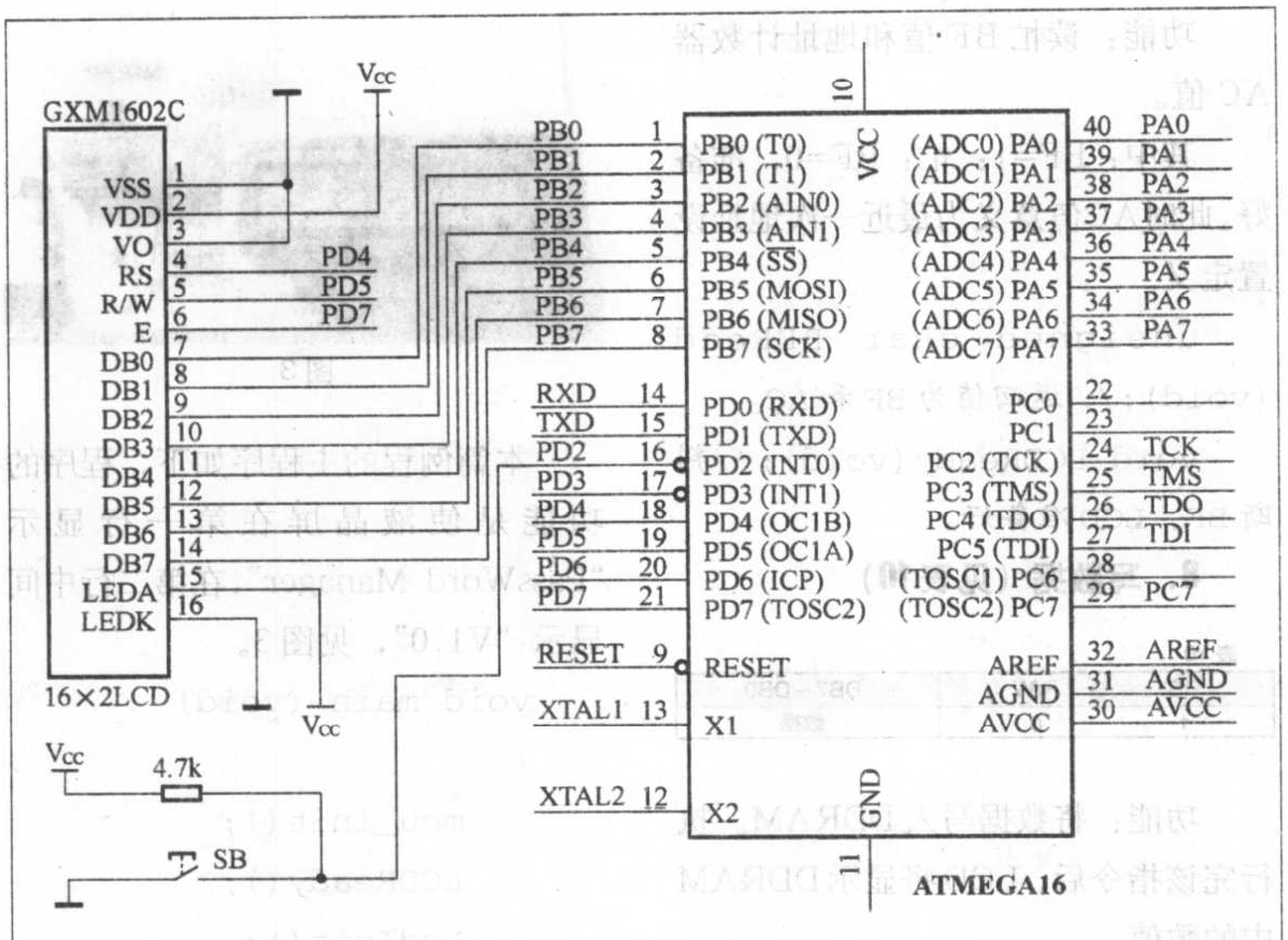


图1

图如图1所示。

焊接的时候注意不要把液晶屏直接焊在电路上，而应该焊接一个插座做成可插拔的方式，如图2所示。

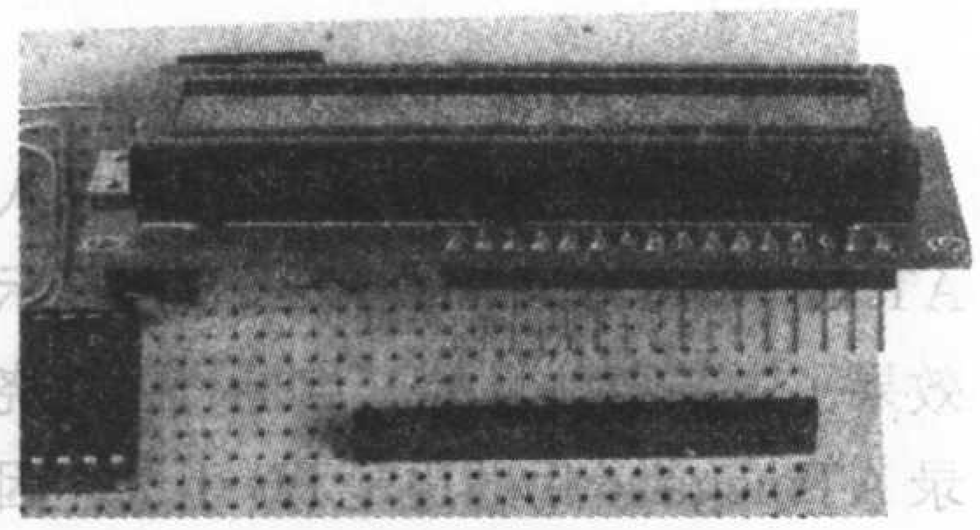


图2

在完成了硬件电路的连接以后，接下来要重点了解LCD的指令集，并用程序实现这些指令，从而实现对LCD的控制。主要的指令集如下：

1. 清屏（见表3）

表3

RS	R/W	DB7~DB1	DB0
0	0	0	1

LCD中有两个寄存器DDRAM和AC，DDRAM中的内容是LCD显示的最后一个字符，AC中的数值则决定了所显示的字符在LCD上的位置。清屏指令就是清DDRAM和AC的值。

根据表2中写指令代码命令需要满足E使能引脚为下降沿有效，编写以下代码用来实现LCD的清屏操作：

```
#define delay125ns NOP()
//延时125ns，即8M晶体运行一个时钟的时长。
#define delay250ns NOP();NOP()
#define delay500ns NOP();NOP();NOP();NOP()
#define RS PD4
#define RW PD5
#define EN PD7
//LCD的控制引脚与ATmega16的连接情况,使程序的可读性更好,维护方便。
#define DataLcd PORTB
#define DataLcdIn PINB
#define DataOut DDRB=0XFF
#define DataIn DDRB = 0
#define RS_0 PORTD &=~ (1<<RS)  //置RS引脚为低电平。
#define RS_1 PORTD |= (1<<RS)//置RS引脚为高电平，下同。
#define RW_0 PORTD &=~ (1<<RW)
#define RW_1 PORTD |= (1<<RW)
#define EN_0 PORTD &=~ (1<<EN)
#define EN_1 PORTD |= (1<<EN)
//以上是为了程序具有更好的可读性和可移植性而做的定义。
void ClearLcd(void)
{
    EN_0;//使能引脚为低。
    RS_0;//RS引脚为低。
    RW_0;//RW引脚为低。
    DataOut;//PB引脚配置为输出。
    DataLcd = 1;//清屏的指令为1。
    delay250ns;//地址建立时间，最小140ns。
    EN_1;//E使能引脚为高。
    delay500ns;//脉冲宽度，最小450ns。
    EN_0;//E使能引脚的下降沿，LCD执行清屏指令。
    delay125ns;//地址保持时间，最小10ns。
    RS_1;
    RW_1;
}
```

2. 归位（见表4）

表4

RS	R/W	DB7~DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	*

归位的功能是令AC=0，光标回到HOME位。因篇幅限制，只给出函数名，完整的程序见本期配刊光盘。

```
void home(void);
```

3. 输入方式设置（见表5）

表5

RS	R/W	DB7~DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	I/D	S

该指令的功能是设置光标、画面移动方式。

其中：

I/D=1：数据读写操作后，AC自动增1；

I/D=0：数据读写操作后，AC自

动减1；

S=1：数据读写操作，画面平移；

S=0：数据读写操作，画面不动；

```
void InputSet(void);
```

4. 显示开关控制（见表6）

表6

RS	R/W	DB7~DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	D	C	B

功能：设置显示、光标及闪烁开、关。

其中：D是显示开关，D=1为开，D=0为关；

C是光标开关，C=1为开，C=0为关；

B是闪烁开关，B=1为开，B=0为关；

```
void VisionSet(void);
```

5. 功能设置（见表7）

表7

RS	R/W	DB7~DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	DL	N	F	*	*

功能：工作方式设置（初始化指令）

其中：DL=1，8位数据接口；

DL=0，4位数据接口；

N=1，两行显示；N=0，一行显示；

F=1，5×10点阵字符；F=0，5×7点阵字符。

```
void FunctionSet(void); //功能设置。
```

6. DDRAM地址设置（见表8）

表8

RS	R/W	DB7	DB6~DB0
0	0	1	A6~A0

功能：设置DDRAM地址。

第一行地址A6~A0=00H~0FH；第二行地址A6~A0=40H~4FH；

```
void DdramSet(unsigned char addr);//设置地址。
```

7. 读BF和AC值（见表9）

表9

RS	R/W	DB7	DB6~DB0
0	1	BF	AC6~AC0

功能：读忙BF值和地址计数器AC值。

其中：BF=1：忙；BF=0，准备好。此时AC值意义为最近一次地址设置定义。

```
unsigned char BFRead(void);//返回值为BF和AC。
void LCDReady(void);//判断BF，LCD准备好。
```

8. 写数据（见表10）

表10

RS	R/W	DB7~DB0
1	0	数据

功能：将数据写入DDRAM。执行完该指令后，LCD将显示DDRAM中的数值。

```
void CharWrite(unsigned char data);//显示一个字符，data为要显示的数据。
void CharsWrite(unsigned char addrx,unsigned char addry,unsigned char *s)
//显示一串字符，addrx为起始列坐标(0~15)，addry为起始行坐标(1，2)。
```

在对LCD进行初始化的时候，注意应该首先进行功能设置。

```
void LcdInit(void)
{
    FunctionSet();
    LCDReady();    //LCD准备好，可以进行下一个操作。
    DdramSet(0);
    LCDReady();
    VisionSet();
    LCDReady();
    InputSet();
    LCDReady();
    ClearLcd();
    LCDReady();
    home();
    delay_us(10);
}
```

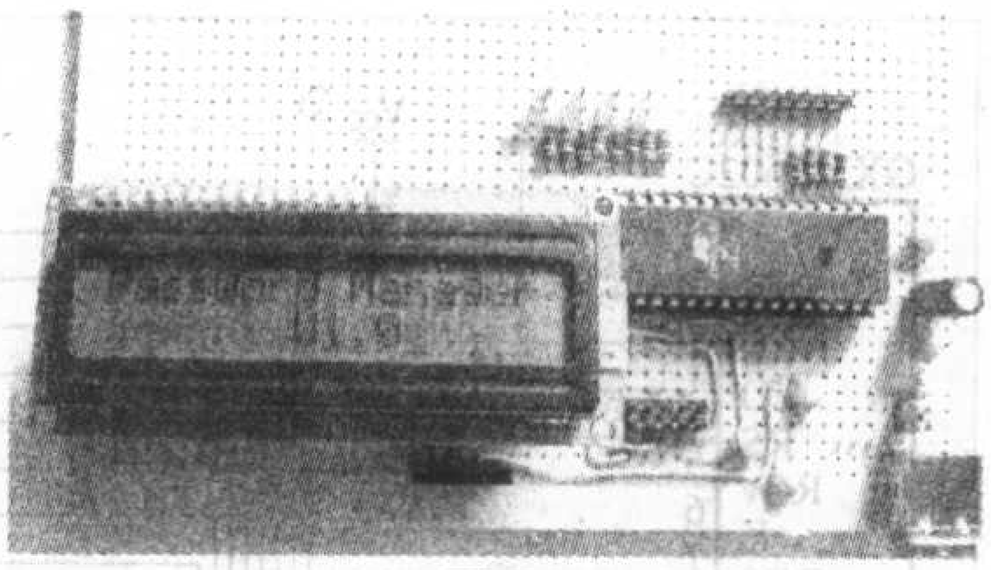


图3

本篇例程的主程序如下，程序的功能是使液晶屏在第一行显示“PassWord Manager”，在第二行中间显示“V1.0”，见图3。

```
void main (void)
{
    mcu_init();
    LCDReady();
    LcdInit();
    CharsWrite(0,1,"PassWord Manager");
    CharsWrite(6,2,"V1.0");
    while(1)
    {
    }
}
```

将编译产生的HEX文件烧录入ATmega16，就可以观察LCD的显示效果了。需要注意的一点是，因为烧录ATmega16用的也是PB引脚，因此为了避免干扰，在烧录时应该首先拔掉LCD，烧录完成以后，断电，再将LCD插在电路板上。

现在我们已经可以单独对16×2字符型LCD进行控制了，下一期我们将把LCD综合进密码保管箱，用LCD进行显示，使得密码保管箱可以脱离开电脑独立工作。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

用 AVR 单片机制作

廉价高性能的多路伺服电机控制器

文 / 田大鹏

笔者利用ATMEL公司AVR系列单片机中的ATmega16L的硬件资源设计了一种多路伺服电机控制器，该控制器系统应用广泛，具有简单可靠、适应性强、程序可移植的特点。

1.系统简介

伺服电机是一种广泛用于机器人制作、机电系统开发、航模设计制作以及一些科学研究的控制元件。它采用大减速比齿轮组和闭环控制方式，精度高，扭矩大，控制起来十分方便。

根据伺服电机的控制原理，我们可以利用单片机产生的脉宽调制(PWM)信号对伺服电机进行控制。本系统采用ATMEL公司AVR系列中的ATmega16单片机设计了多路伺服电机控制器。该控制器可以控制16路伺服电机，同时读取14路开关量信号或6路开关量、8路模拟量信号，可广泛用于各种机器人制作，机电产品开发以及科研等方面。

2.系统原理

（1）伺服电机控制原理

系统控制的伺服电机也叫舵机，见图1。顾名思义，就是航空航海以及各种汽车模型的操舵电机。伺服电机是一个简单的闭环系统，其用于构成闭环的硬件电路与微型电机、减速器封装在一个部件内。输出轴可在控制信号的控制下在-90°～90°范围内任意运动到某一个角度位置。

图 1

伺服电机有三根引线，分别是控制信号线，电源线和地线。伺服电机的反馈元件是一个同输出轴同轴的精密电位器。利用它，可以得到伺服电机输出轴转动的位置，以相应的电压值反馈回控制芯片。芯片把电位器反馈回的输出轴位置和控制引线给定的位置信息比较，得到输出轴位置偏差，从而控制微型电机转动，使输出轴转到预计的位置。

伺服电机的控制信号是一列PWM波。周期为18ms～20ms。伺服电机输出轴的位置与PWM信号占空比呈线性关系。当控制信号的高电平宽度为0.5ms时，输出轴位置为-90°，当信号高电平宽度为2.5ms时，输出轴位置为90°。

（2）用单片机控制伺服电机

利用单片机控制伺服电机，可以使用集成了带有PWM功能定时/计数器。但这种方式有它固有的诸多缺点，在需要控制的伺服电机比较多，运动关系复杂的情况下，这种方式是不适用的。本系统利用了ATmega16单片机内部集成的定时/计数器，以及非易失性存储介质EEPROM和UART接口设计了多路伺服电机控制器。

控制器用串口与上位机电脑进行通信，通过电脑的串口调试软件发出指令，选择实时在线调试，批量发送动作指令并存储在单片机的EEPROM中，或单片机按照指令自动控制各路伺服电机运动。

系统选用ATmega16单片机的一个8位计数器Timer0和一个16位计数器Timer1协调工作，利用单片机的I/O接口产生出可以控制伺服电机的PWM信号。各伺服电机可以协调地运动。这种控制方法使得单片机有多少空余的I/O口，就能控制多少路伺服电机。控制电机的数量根据具体应用而定，其余的I/O接口可以用来连接传感器等器件，利于功能扩展。

3.硬件设计

电路主要包括电源、单片机最小系统、伺服电机接口、RS-232接口电路、其他器件接口等几个部分，见图2。

系统采用两种电源模式：一种是伺服电机和单片机共用同一个电源。由于AVR系列单片机抗干扰能力强，功耗小，在伺服电机数量比较少的情况下，可以使用这种方式。另一种方式是伺服电机和单片机采用独立电源，分别由各自的电源系统供电。两种方式通过跳线选择。系统输入电压为6V，单片机的电源采用LM1117低压差稳压器获取5V电压。

ATmega16单片机有一路串口可以与外界通信。系统采用MAX232芯片将单片机的TTL电平转换为-10V～15V的RS-232电平。

最小系统包括单片机复位电路、时钟电路，以及在系统编程（ISP）接口。系统使用8MHz石英晶体作为外部时钟源。

4.软件设计

软件部分由主程序、定时／计数器和I/O接口控制部分以及串口通信部分组成。采用C语言编写程序，流程图见图3。程序在EEPROM中开辟一个30×16的二维数组，用来存放自动运行时，各伺服电机运动的相应值。各值存放在数组的第二维，可存放的

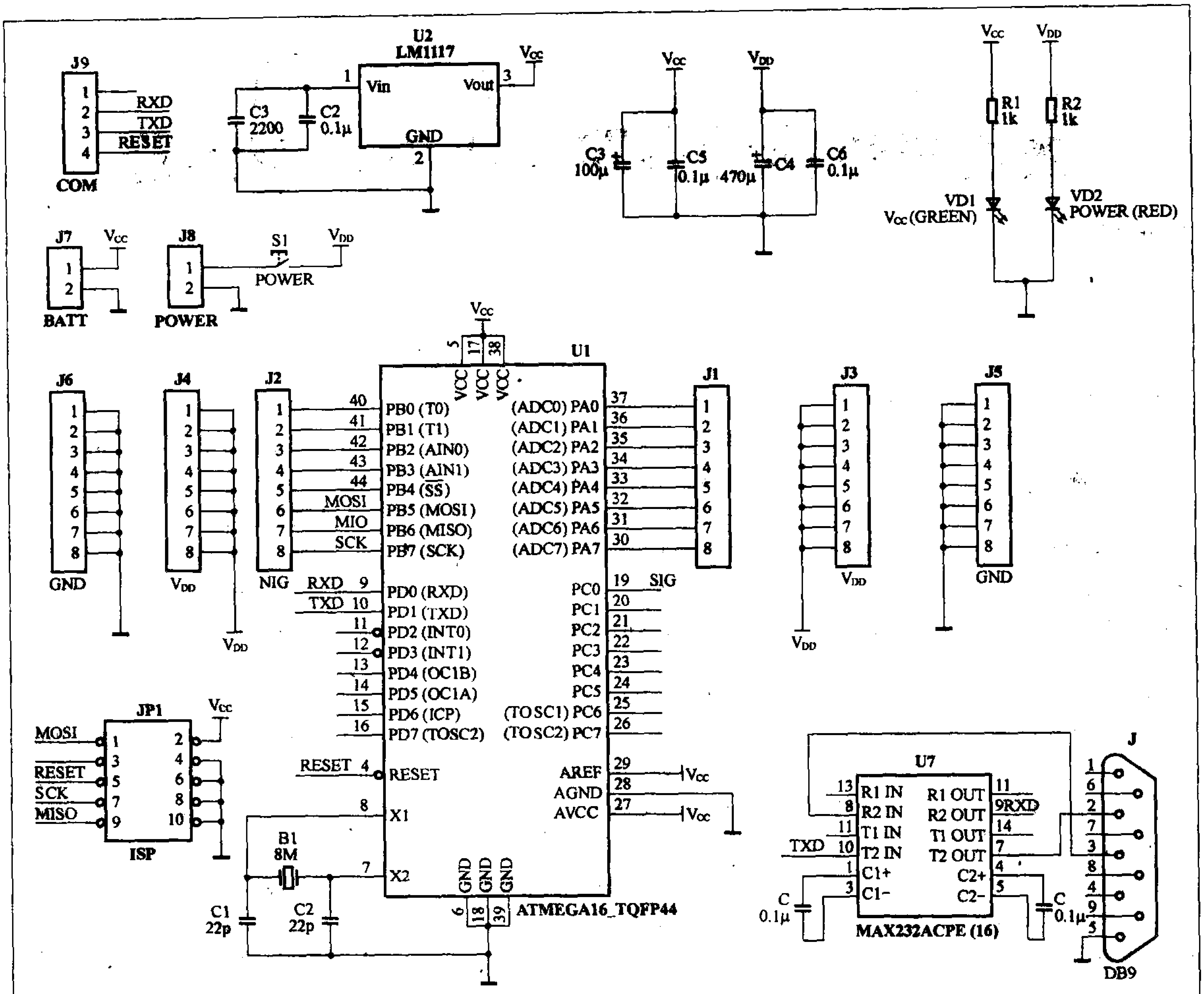


图2

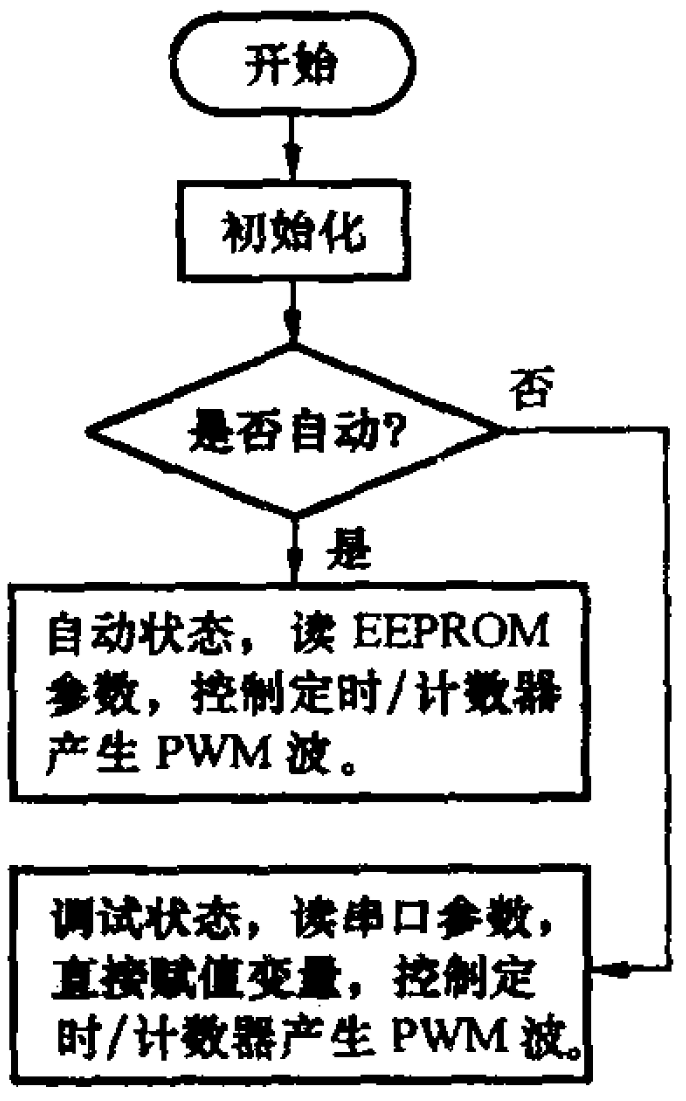


图3

动作序列有 30 组。

主程序主要完成单片机片上硬件的初始化以及应用控制程序部分。系统初始化内容包括：用于控制伺服电机的 I/O 接口设置为输出，低电平，其他 I/O 口设为输入。Timer0 和 Timer1 使能，Timer0 使用主系统时钟 8 分频，Timer1 使用主系统时钟不分频，定时器同 I/O 口不相连，溢出中断。UART 接口使能，接收中断。

主程序还完成读取串口的值，确定用户需要实时调试还是批量输入指令，还是自动运行，并执行相应程序。

Timer0和Timer1交替使用，在使用一个计数器时关闭另一个计数器。由于Timer0的时钟频率高，计数值小，因此，Timer0 首先溢出中断。在中断中关闭 Timer1，把代表各电机位置的变量值与一个用于控制各 I/O 接口电平时间的变量比较。如果超过它，就将该口电平设为低电平，否则为高电平。然后将这一用于比较的变量自加1。重新设置Timer0计数初值。这样Timer0就不断地中断，不断把代表各电机位置的变量同用于比较的变量比较，使各控制端口高电平时间根据需要在 0.5ms~2.5ms之间，直到所有接口高电平时间都结束，禁能 Timer0，使能 Timer1。利用 Timer1 控制低电平时间，使得方波周期为 18ms~20ms。

自动状态下，系统按照 EEPROM 中存放的指令控制伺服电机运动。实时

全数字信号发生器的软件设计

文/史建福

上期笔者介绍了全数字信号发生器的硬件设计，该电路的程序主要由键盘、显示程序、AT24C01A读写程序、信号产生程序等部分组成。以下对部分功能作一些分析。

一、键盘程序

本仪器需要调整的数值范围较大，因此，“增加”和“减少”键必须具有快速连加和快速连减的功能，否则调整速度太慢。这种键盘可以用多种方法来实现，关键在于设计一个正确的程序结构，图1是一种实现方法的流程图。

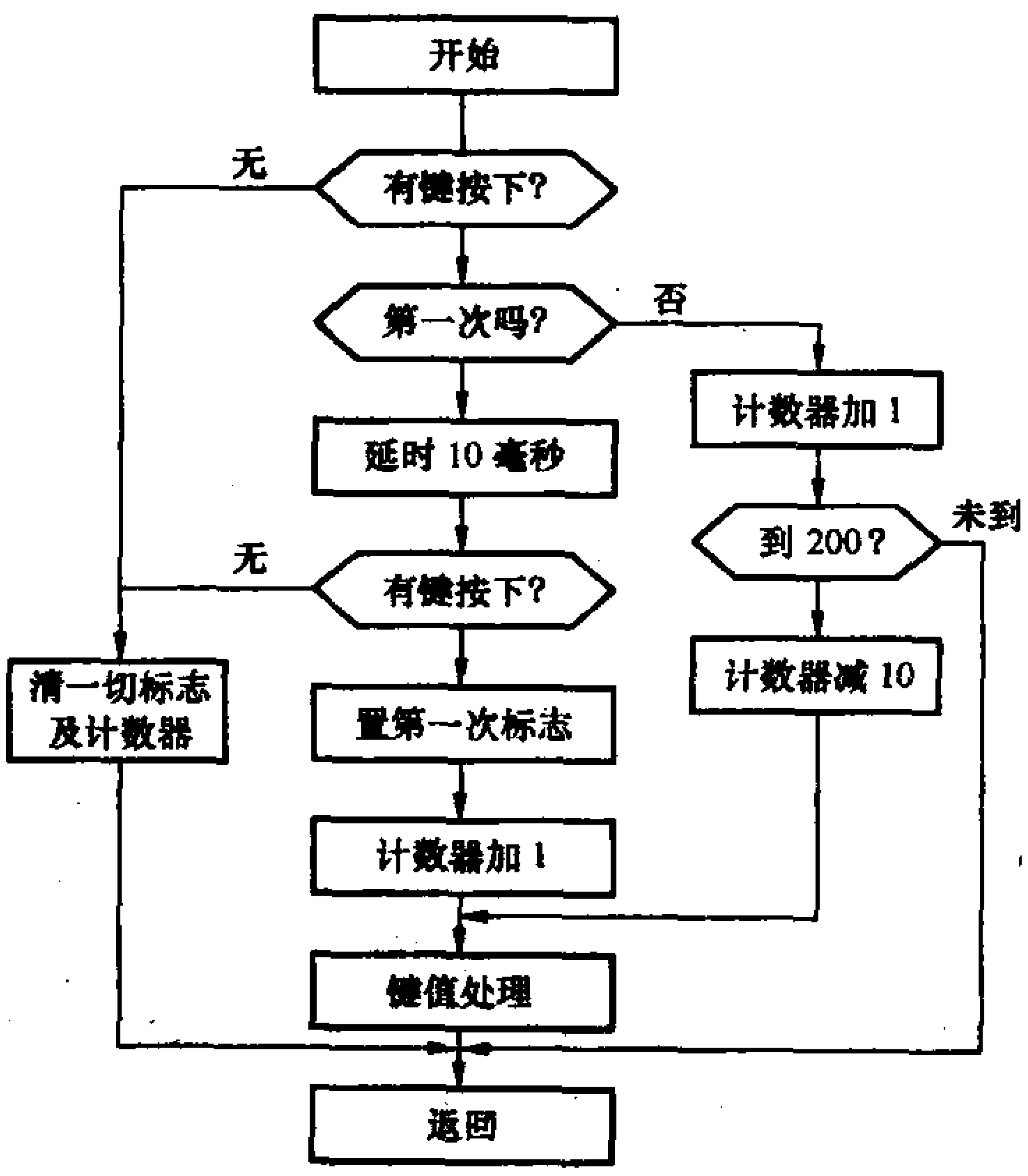


图1

程序工作时，不断地扫描键盘，第一次扫描到有键按下后如常规键盘一样，进行键值处理，处理完毕，不等待键盘释放，直接退出键盘程序。当又一次执行到键盘程序，如果检测到键还被按着，就不再直接去键值处理程序，而是将一个计数器加1，直接返回主程序，如此循环，直到计数到一个定值（如200，表示键盘程序已被执行了200次），如果键还被按着，说明用户有连加（或连减）要求，程序即将计数器减去一个数值（如10），然后进行键值处理。这样，以后键盘程序每执行10次，就执行一次键值处理程序，实现了第一次启动时间较长，以后快速连续动作的要求。如果检测到键已被释放，则清除所有标志，将计数器清零，准备下一次按键处理。

程序开始时定义了两个常量：Qdsj和Ljsj，如下所示：

```
const uint Qdsj
=500;/*与首次启动连加
（减）功能的时间有关*/
const uint
Ljsj=30;/*与连加(减)
的速度有关*/
```

这两个常量与第一次启动及连加、减的速度有关，具体数值应根据实际情况试验后确定。下面是部分键处理程序，注意其中这两个变量的使用。

```
void Key()/*键处理*/
{……
if(!KeyValue)
{
…无键按下，清除一切标志退出
}
if(KeyMark) /*第一次检测到
按键吗?*/
{KeyCounter++;/*不是第一
次(KeyMark已是1了)*/
  if(Qdsj==KeyCounter)
/*连续按着已有Qdsj次了*/
  {KeyCounter-=Ljsj;/*减
去Ljsj次*/
  KeyProcess(KeyValue,
1); /*键值处理*/
  }
  else{ return ; } /*如
果按着还没有到Qdsj*/
}
else
/*第一次检测到有键按下*/
{ mDelay(10);/*延时10毫秒
*/
…再次检测
if(!KeyValue)
```

调试指令模式下，程序把串口读到的16个数据分别赋给代表伺服电机位置的16个变量，定时器会自动产生相应的控制信号。如果需要存放指令，只需要把串口读到的数据分别赋给在EEPROM中开辟二维数组的第二维。如果指令更多，可以采用外部扩展EEPROM的方法进行存储空间扩展。

5.总结

通过测试，该系统性能可靠。系统采用单片机两个定时器联合工作的方法，利用中断程序，产生了多路伺服电机控制信号。与一般所采用的直接使用定时器PWM功能的方法相比，本系统可控制电机路数多，控制简单，通过设置各变量的值就可以控制伺服电机运动到相应位置。

```
{…清除一切标志并返回}
}
```

二、小数点的处理

要在LED数码管上显示小数点，可以有两种方式可供选择，一种方式是在显示0.1～0.9时用小数显示，而在显示1～500时不显示小数点，这种方式编程略麻烦一些；另一种是使用定点的方式显示小数点，即不论是在0.1Hz～0.9Hz段，还是1Hz～500Hz段，均在倒数第二位点亮小数点，这种显示方式比较简单，本机采用了第二种方式。

通常，用高级语言编程时，可以用浮点型数据来表示小数，但本程序并没有这样来处理。因为单片机的资源有限，而浮点型数据的表达方式与其他数据的表达方式很不相同，无论是存储还是运算，都相当占用资源，因而在单片机中能不用浮点型数据就尽量不要使用。这里我们将所有的频率设定值扩大10倍，即所要求的频率值是0.1Hz～500Hz，但在单片机内部用1～5000来表示。如果频率设定值小于10，每按一次键，频率设定值就加或减1，如果频率设定值大于或等于10，每按一次按键就加或减10。例如，当前频率设定值为100，按一下“增加”键，该值就会变为110，相当于频率设定值由10变为11；如果当前设定值为9，按一下“减少”键，该值变为8，相当于频率值由0.9变到了0.8。在根据频率设定值计算定时常数时，只要将被除数扩大10倍即可，程序中是这样表示的：

```
ltemp=1000000;
ltemp*=10;          // 由于plsd被放大了10倍，故被除数也放大10倍
……
```

在显示频率设定值时，点亮倒数第二位的数码管上的小数点，显示程序中有这样的程序行：

```
if(Counter1==1)
// 如果当前正在显示倒数第二位时
{ if(!P1S1)
// 如果是要求显示频率
    DispCode=DispCode&0xbf;
/* 点亮小数点 */
}
```

由于P0.6与小数点位相连，所以不论待显示的数是多少，该位被清零后，小数点就能被点亮。要将该位清零，只要将字形码和0xbf（10111111）相与即可。

三、AT24C01A的读写

AT24C01A芯片是具有I²C接口的EEPROM，由于89C51单片机没有I²C接口，因此，必须用I/O口模拟I²C时序。这里仅提供作者用C语言编写的接口程序，不对此作更多的介绍。

使用这一接口程序，只要定义好写常数、读常数及根据硬件连线定义好三个引脚SDA、SCL和WP，然后直接调用读、写函数即可。

```
#define AddWr    0xa0
/* 器件地址选择及写标志 */
#define AddRd    0xa1
/* 器件地址选择及读标志 */
sbit   Sda=    P3^7;
/* 串行数据 */
sbit   Scl=    P3^6;
/* 串行时钟 */
sbit   WP=    P3^5;
```

接口程序提供了多字节的读、写函数，其中读函数需要用到以下三个参数：用于存放读出数据的数组，待读EEPROM的起始地址，字节数；写函数也要用到三个参数：用于存放待写入数据的数组，待写入EEPROM的起始地址，字节数。下面是这两个函数的用法参考：

```
RdFromROM(Number,10,2);
// 从地址10H开始处读出2个字节，存入Number数组中。
WrToROM(Number,10,2);// 将Number数组中的2个字节写入EEPROM，地址从10H开始
```

四、信号产生

信号发生由定时中断0完成，在定时时间到达之后，重置定时常数，接着判断究竟是较高频率还是较低频率，分别予以处理，如果是较高频率，直接取反输出端口即可返回，如果是较低频率，则要进行计数，并判断计数值是否到设定值，如果到了，则取反输出端口，并清零计数器，然后再返回，这部分程序如下：

```
void OutWave() interrupt 1    // 定时0中断用于波形输出
{ static uint Count;
// 较低频率时计数用
    TH0=CTH0;// 重装时间常数
    TL0=CTL0;
    if(HighLow)// 如果是较高频率
    {  WaveOut=!WaveOut;
       Mczsl++;          }
    else{ Count++;
          if(Count>=Plcs)
          { WaveOut=!WaveOut;
            Count=0;
            Mczsl++;
          }
        }
}
```

其中Mczsl是脉冲输出个数的计数值。从程序中还可以看出，每次输出只能得到波形的一半，要么高电平，要么低电平，一个完整的波形需要两次输出才能完成。

定时中断中所设定的定时常数和预设定计数值（Plcs）都由主程序根据频率设定值计算得到，根据前述原理，对于较低频率的信号和较高频率的信号采用两种不同的方法产生，对于较低频率的信号，定时常数是一个定值，通过改变预设定计数值来达到定时时间，而对于较高频率的信号，则直接

自制语音编程、远程控制试验板（软件篇）

文 / 金海亮　戴旺森　刘新甫

本刊上期对语音编程、远程控制试验板的功能和特点以及部分单元电路的工作原理进行了介绍，本文再介绍该试验板的连接方法及软件应用。

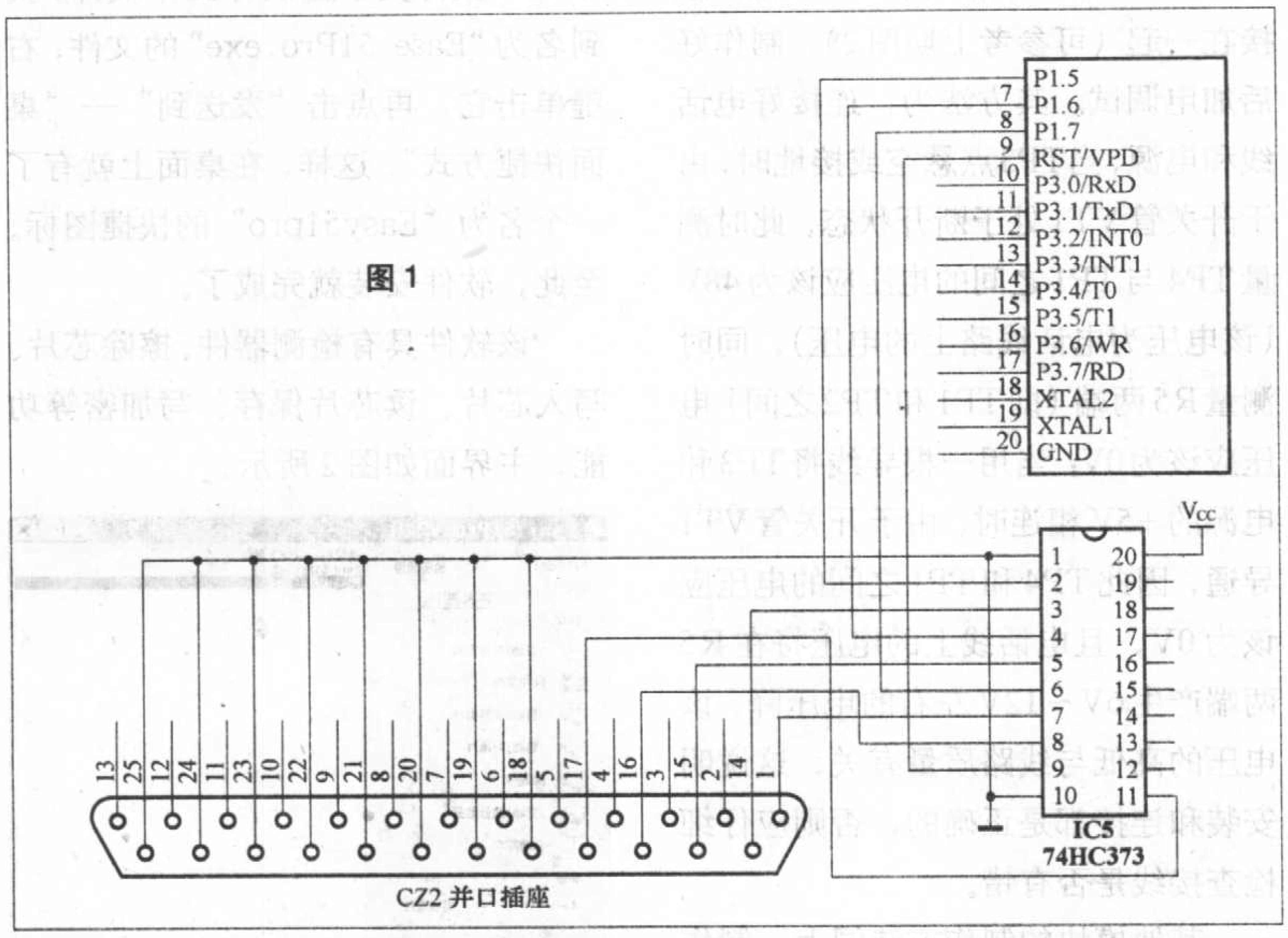


图 1

一、下载线及 PC 接口电路

下载线及 PC 接口电路的作用是实现电脑与试验板的连接，以便于程序的下载和读写。

下载线及 PC 接口电路如图 1 所示。我选用的是网上可以免费共享的并行下载线方案，笔者将下载线和试验板设计成一体化结构，好处是可以直接选用通用的PC连接电缆，接口及接插件都是标准件，具有通用性强、性能稳定可靠等特点。该并口下载线仅使用一片 74HC373 与单片机接口，具有电路简洁的特点。

二、安装与制作

该电路除了可制作PCB专业生产以外，还可供业余制作。对于具有一定电子技术基础，且动手能力较强的读者可直接在一块蜂窝板上制作完成，

改变定时常数来改变定时时间。为此，在主程序中根据设定值的大小分别处理，如果设定值大于 10Hz，那么是较高频率的算法，只要计算出设定频率值对应的时间，不难得到待设定值，程序中的处理方法是：

```
ltemp=1000000;
ltemp*=10; //由于plsd被放大了10倍，故被除数也放大10倍
ltemp/=Plsd; // 获得周期(单位微秒)
ltemp/=2; // 获得定时常数
```

根据 $t=1/f$，计算定时时间，单位是秒 (s)，而我们所要求的定时时间单位是微秒（μs），因此，首先让ltemp等于1000000，又由于Plsd变量在单片机内部被放大10倍，故再将该值扩大10倍，然后用ltemp为被除数，去除以Plsd，得到周期数。由于每次定时中断只能得到一半波形，因此定时数应该是周期数的一半，将周期数除以2，即得到了定时常数。显然，这里没有先计算时间到 s，然后再换算为 μs，其目的也是为了避免小数运算。

当所设定的频率值小于 10Hz 时，程序是这样处理的：

```
CTH0=(65536-1000)/256;
CTL0=(65536-1000)%256;
//否则是在10Hz以下，定时器的定时常数是1ms
HighLow=0;
Plcs=5000/Plsd;
```

首先将定时常数确定为1000 μs，然后将标志位 HighLow 置0，表示要进行较低频率的处理，最后计算出中断次数。中断次数这样来确定：用 10000000/Plsd得到周期数，然后用这个值除以2000即得，除以2000的原因同上述分析，即定时时间为1000 μs，最终得到的周期是2000 μs。

限于篇幅，完整的源程序在本期配刊光盘中提供。

如果读者在设计、制作等方面有收获，欢迎到 http://www.mcustudio.com（平凡单片机工作室）交流，如果在制作、调试或有什么困难，也可以到这里寻求帮助。

作者制作的成品如图 2 所示。

图 2

方法是插好元器件，调整好元件布局和排列后再用飞线连接。

初学者制作虽然有一定难度，但自己动手制作线路板不仅可以提高动手能力，还能体会到制作成功时的成就和喜悦感，对培养广大电子爱好者学习电子技术、激发学习兴趣和热情是非常重要、非常有效的方法和手段。具体方法可按照本文叙述的各单元电路逐一制作成一个个的功能模块，完成各功能模块后再进行整机合拢调试。由于各单元电路相对简单，功能单一，元器件较少，容易制作成功。下面以电源模块、铃流检测电路模块以及摘机挂机电路模块的制作为例介绍制作及调试方法。

1. 电源电路模块的制作

首先制作上一期硬件篇图 2 中的电源电路模块。由于电源电路相对简单，容易制作成功，方法是用一块蜂窝板，按照图中元件的位置和顺序插好每个元器件，调整一下元件布局和间隙，然后再用导线连接，注意 7805 要加装散热片，以利于散热。制作好以后，接通电源变压器的 9V 输出线，测量电源输出端是否有稳定的 5V 电压输出。如果没有输出或电压异常，应检查各元件及接线是否有误。

2. 铃流检测电路模块的制作

铃流检测电路模块如上一期硬件篇中图3所示。由于该电路元件少，可以和电源电路共用同一块板子，方法是将图中的元件插好后，用导线将元件引脚逐一连接起来，注意图中的电源 VCC 和地一定要与电源电路的 5V 输出端连接起来，电源正负极性不能接错，接好后再检查一下，确认无误后即可加电调试。调试方法是：用数字三用表测量图中的A点电压应为5V（指针表测出的电压略低），然后将 J1 接到电话线上，用手机或另外一部电话拨打该电话线的号码，拨通后观察 A 点电压的读数，应随着回铃音而出现忽高忽低的变化，同时连接在这条线路上的电话机的正常拨打和接听应该不受影响，说明安装正确。否则，应检查连接是否有误。

3. 摘机、挂机电路模块的制作

该电路如上期硬件篇中图4所示。制作方法同上，需要指出的是，图中的 TP2 点应该和电源的地（负极）连接在一起（可参考上期图 2)，制作好后加电调试。其方法为：连接好电话线和电源，当TP3点悬空或接地时，由于开关管VT1处于断开状态，此时测量TP4与TP1之间的电压应该为48V（该电压为电话线路上的电压），同时测量R5两端（即TP1和TP2之间）电压应该为0V，当用一根导线将TP3和电源的 +5V 相连时，由于开关管VT1导通，因此TP4和TP1之间的电压应该为 0V，且电话线上的电压将在 R5 两端产生6V～12V左右的电压降。该电压的高低与线路质量有关，这说明安装和连接都是正确的，否则应仔细检查接线是否有错。

其他模块的制作方法同上。制作中需要注意以下几个问题：

(1) 所有集成块不要直接焊接，要用插座焊接，然后将集成块插入到相应的插座上去，这样有了故障便于更换；

(2) 各个模块做好后一定要和电源 +5V、地以及相关的输入、输出等连接正确；

(3) 通电前必须认真检查接线是否有错，尤其是每一步制作完成通电前都要测量一次电源输出端是否有短路，通电后再测量电源电压是否正常；

(4) 制作时可打印出一张完整的电路图作对照检查。

只要对电路的工作原理有足够的理解，制作和调试都不难实现。限于篇幅问题，本文不再一一介绍。

三、使用方法

1. 软件安装

配套软件使用的是免费共享的 Ease 51Pro 2.0 版下载线专用软件。该软件的作用主要是向单片机烧录目标程序，或者实现程序的读和写等，软件为全中文界面，下载解压后可直接使用，将软件解压缩到 C 盘根目录下的“S51pro”文件夹下，解压后在 S51pro文件夹下应该有11个文件，找到名为“Ease 51Pro.exe”的文件，右键单击它，再点击“发送到”—“桌面快捷方式”，这样，在桌面上就有了一个名为“Easy51pro”的快捷图标。至此，软件安装就完成了。

该软件具有检测器件、擦除芯片、写入芯片、读芯片保存、写加密等功能，主界面如图 2 所示。

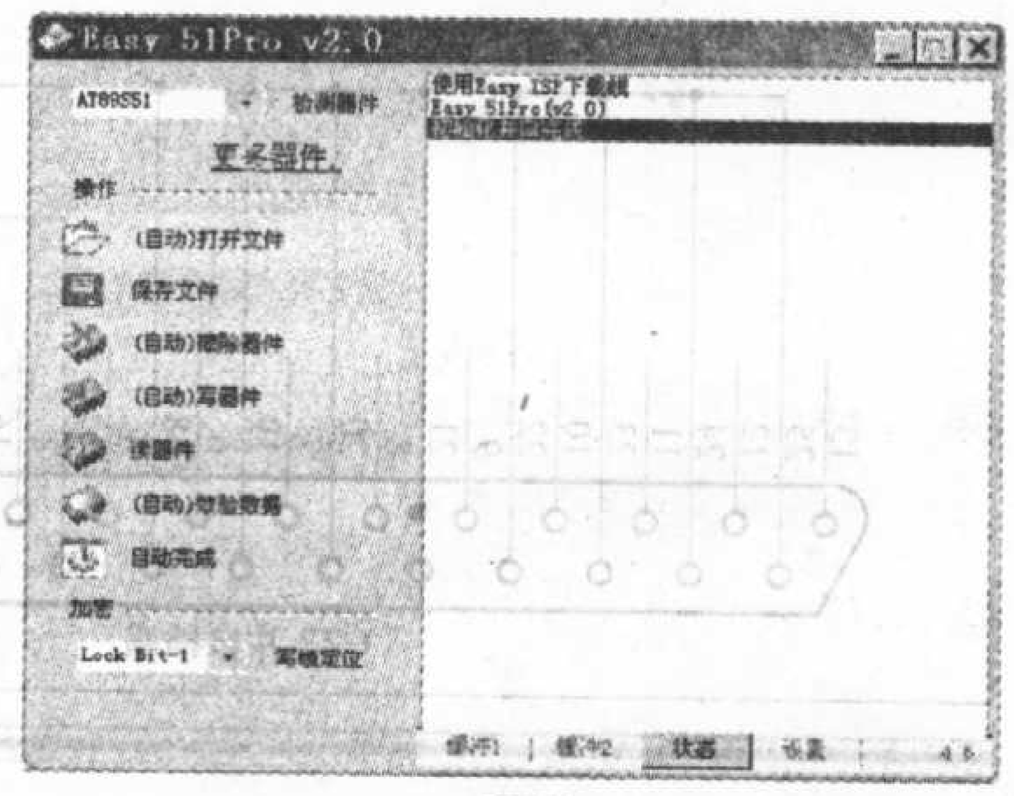


图 2

如果有读者希望对并行下载线及配套软件有更多的了解，请打开以下链接下载有关的参考资料，本人在此对软件的作者深表感谢！

http://www.daxia.com/showimg.asp?id=2458

2. 联机运行检查

分 6 步操作：

第 1 步：在试验板上插入一片 89S51。取一片完好的 89s51 芯片，将第1脚对准锁紧插座的拉杆插好，然后压紧拉杆；

第 2 步：连接PC 电缆。该电缆一端为“公”，另一端为“母”，将电缆为“公”的一端和电脑的并行打印口连接，为“母”的一端和试验板连接，

第 3 步：将试验板的usb插头插入与电脑连接的 usb 连接线，插好后该

试验板即已接通电源。此时电源指示灯LED10应点亮；

第4步：双击桌面上的"Easy51pro"快捷方式图标，打开软件主窗口；

第5步：在主窗口中的左上角找到"检测器件"这几个字，字的左边有一个向下的小箭头，用鼠标左键点击这个小箭头，弹出一个下拉菜单，在下拉菜单中找到"AT89S51"，选中它；

第6步：点击"检测器件"，如果出现了"初始化并口完成…检测到器件"等字样，就说明该试验板已经检测到89S51芯片，联机已经成功，就可以开始做各种试验了。

3. 写入一段流水灯的小程序，试运行一下，看看效果如何

在Keil软件中编写一个P2口流水灯的小程序。代码如下：

```
star:               ;开始
mov acc,#0feh       ;ACC中先装入初值FEH,即二进制1111 1110
mov p2,acc          ;将ACC的数据送P2口，让P2.0低，其余高
acall delay         ;调用延时子程序
mov r0,#7           ;将立即数7送R0,即移动7次
loop:  rl a         ;A左移
mov p2,a            ;A数据送p2口
acall delay         ;调用延时
djnz r0,loop        ;没有移动够7次继续移动
ljmp star           ;移动完7次后跳到开始处重来
delay: mov r1,#50   ;延时子程序
del0:  mov r2,#100
del1:  mov r3,#100
djnz r3,$
djnz r2,del1
djnz r1,del0
ret
end
```

程序写好以后编译生成一个名为"P2.hex"的目标文件，最后将该目标文件写入89S51芯片，文件写入后，我们马上就会看到P2口的8个指示灯LED1——LED8流水点亮的效果了。

4. 语音芯片的硬编程录音

对语音芯片的硬编程录音应在取下单片机的情况下完成，如果不取下单片机，要求必须将单片机P0口的8个口置为高电平1，否则，拨码开关就不起作用了。因此，对语音芯片硬编程录音时，最好将单片机取下来。

下面简述硬编程方法：

我们首先在语音芯片的0010、0011、0100这三个地址空间中分别录入一句话，比如：

在0010中录入"欢迎使用远程控制系统"

在0011中录入"打开风扇通风请按1，打开窗帘请按2"

在0100中录入"密码错误，请重新输入密码"

操作方法：

首先将89S51芯片取下，然后将4位拨码开关SW-DIP4的状态设置为0010，按压下按钮SB2开始录音，对着MIC说话"欢迎使用远程控制系统"，注意录音时按钮SB2不能抬起来。录音过程中指示灯LED9应点亮(下同)；

将拨码开关设置为0011，按压SB2开始第二段录音，对着MIC说话"打开风扇通风请按1，打开窗帘请按2"；

将拨码开关设置为0100，按压SB2开始第三段录音，对着MIC说话"密码错误，请重新输入密码"。

以上操作完成后，刚才的三句话已经被分别录入到相应的三个地址空间中了。

下面再试听一下录音的效果：

将拨码开关设置为0010，按压一下SB3，此时喇叭中立即播放出"欢迎使用远程控制系统"的语音提示；

将拨码开关设置为0011，按压一下SB3，此时喇叭中立即播放出"打开风扇通风请按1，打开窗帘请按2"的语音提示；

将拨码开关设置为0100，按压一下SB3，此时喇叭中立即播放出"密码错误，请重新输入密码"的语音提示。

5. 软件编程录音

对语音芯片的远程控制录音和控制放音试验都需要读者在学习中写出相应的目标程序，请读者在学习中自己开发。

6. 作编程器使用

该试验板还可以作为编程器使用，将目标文件写入单片机后，取下单片机，插入到其他的目标板即可。

7. 做远程控制试验

做远程控制试验时，控制输出端的接口为图中的J2，由于外接控制电路是根据不同的需要设计的，因此本文没有给出具体控制外接的执行电路部分，试验的时候可以用LED1～LED8的亮灭来判断输出端的状态，远程控制试验同样需要用户根据自己的思路编写出各种控制程序。

如果将该试验板上的MT8870更换成MT8880，电路只要做一些改动，就能够实现自动拨号、灾情报警等功能，这样家中一旦有了被盗、火险等灾情时，它就能自动拨打你的手机，告诉你家中发生了哪些事情，并且还能通过电话监听家中的动静，或者通过电话扩音手段恐吓家中的盗贼等等。如果有单位希望生产这块板子，或者在该板的基础上有特殊要求，需要改进或增加功能，本人可通过邮件"jhl@lingyun.com"提供技术支持，制作中如有什么问题，也欢迎用邮件联系和讨论。

计算机安装调试维修人员职业技能考核辅导专栏

编者按：

近年来购买数码摄录机（DV）的消费者逐渐增多，根据易观资讯的报告，2005年的中国DV市场销量达284万台，增长率为124%，预计到2008年DV销量将达到830万台。作为计算机的外设之一，数码摄录机的原理与维修是计算机安装、调试与维修职业技能考核的重要内容，为此本刊从这一期开始陆续刊登信息产业部职业技能鉴定专家、天津广播电视大学教授韩广兴特别为本刊撰写的系列文章，帮助读者了解和掌握这方面的知识。

DV摄录机的结构和原理（1）

数码摄录机的种类和特点

文/韩广兴

录像机是使用磁带记录音频和视频信号的磁记录设备，一般称为视频磁带录像机（Video Tape Recorder，VTR）。为了使用方便，都将磁带装入精巧的盒中，所以又称录像机为视频盒式录像机（Video Cassetter Recorder，VCR）。将摄像机（Camera）和录像机（Recorder）制成一体便称之为摄录像机（Camcorder）。

音频、视频产品数字技术的发展迎来了数字化时代，并极大地推动了具有国际统一标准的数字摄录机的普及。这种摄录机被称为DV格式的摄录像机，简称DV机，DV是Digital Video（数字视频）的简称，图1所示为典型DV摄录像机的外形图。图2是DV格式的录像带，可以看到DV格式的录像带盒体积很小，宽度为6.35mm，因而机芯的尺寸也非常小巧，特别适于制成袖珍式摄录机。由于DV机是全数字化产品，它不仅可以与视频设备进行连接而且还可直接与多媒体电脑相连，进行视频、音频编辑及特技等处理。目前许多DV摄录机除了使用DV格式录像带存储动态影像外，还可以通过存储卡像数码相机一样拍摄静止的画面。图3为DV机的应用示意图。

图1

图2

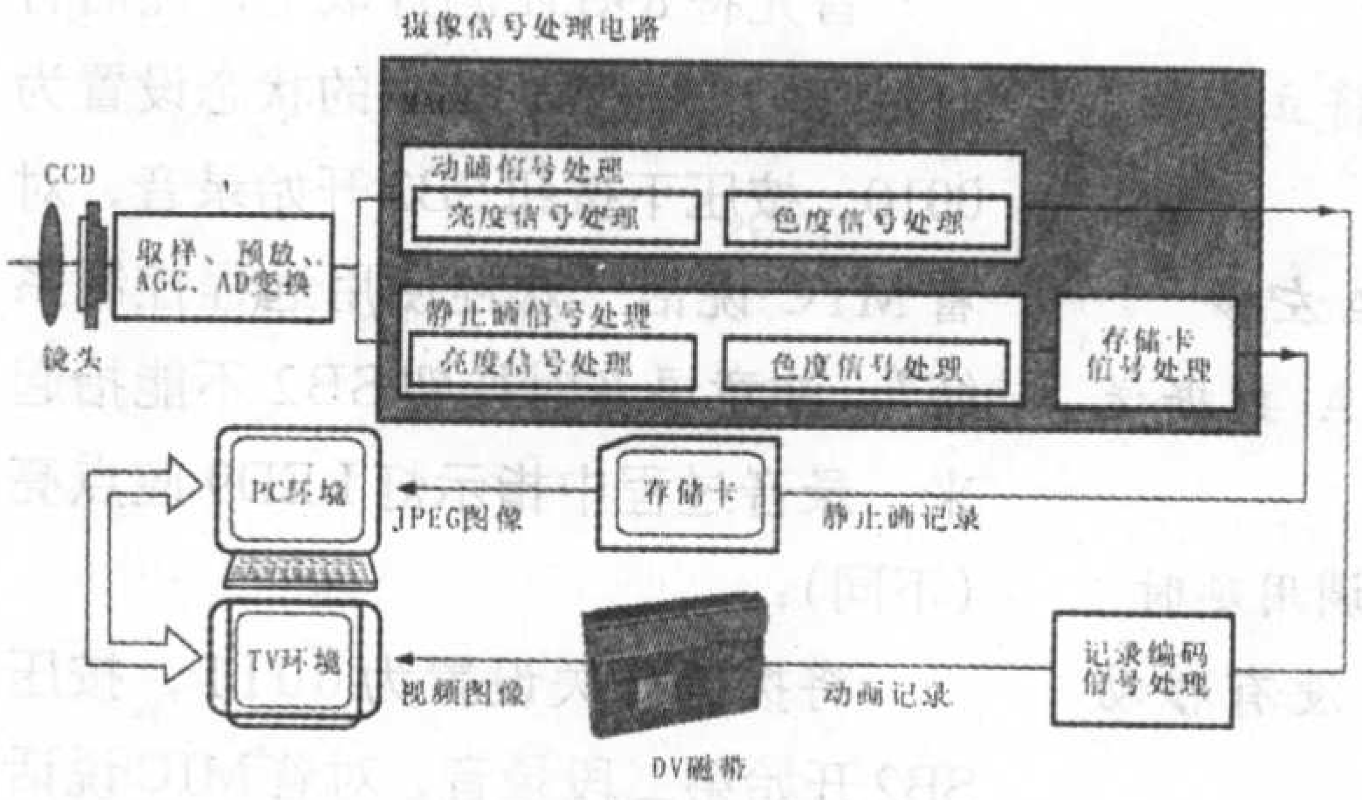


图3

DV机的问世带动了整个摄录像机技术的发展。在家用机领域，过去模拟的8mm摄录机和VHS摄录机也都推出了数字化的8mm摄录机（Digital 8）和数字VHS（D-VHS）摄录机。在专业和广播领域，则推出了高质量的专业DV机，流行的有DVCAM摄录机和DVCPRO摄录机，摄像部分采用了3CCD，可得到高画质的图像。目前摄像、录像机已进入了全数字时代，包括高档摄录机、专业数字摄录机，形成了一个庞大的家族。它的维护和检修是职业技能考核的重要内容之一。

在广播电视领域，广播级摄录机

和相关配套的编辑、制作设备也正在朝着数字化高清晰度的方向发展。与此同时，硬盘录像机、DVD光盘录像机及全数字化非线性编辑系统成了影视制作领域的主流产品。

摄录机是一种集电、磁、声、光等多种学科技术于一体的高档家用电子产品，具有复杂的电子线路、精密的机芯和高性能的光学系统。它的每一个部件都体现了当今电子领域中各种高新技术的成果。商场中各种精美的摄录机产品品种繁多，然而这仅仅是摄录机家族中的一小部分。

摄录机是摄像机和录像机的组合体，谈到其品种，有些以摄像部分的结构特点来划分，有些则以录像部分的结构特点来划分。通常，摄录机的分类方法有如下几种：按应用领域（应用场合）分类；按信号处理方式分类；按录像机的记录格式分类，按摄像元件的种类和数量分类。

1. 按应用领域分类

摄录机按应用领域和技术要求大致可分为3类。

（1）家用摄录机

家用摄录机要求体积小巧、成本低、可靠性高、使用方便，技术指标相对来说要求不高。例如，过去流行的VHS、8mm/Hi 8、VHS-C摄录机等都属于这一种，目前流行的有DV摄录机、数字8mm机及数字VHS（D-VHS）摄录机等是数字式家用摄录机。

（2）专业用摄录机

专业用摄录机是在中、小型电视台和教育科研领域使用的摄录机，其性能要求比较高，而且要求有较好的性能价格比。例如，过去流行的高带8mm机（Hi 8、超8）、S-VHS摄录机，目前流行的D V C A M 机和DVCPRO等都属于专业用摄录像机。由于它的性价比比较好，目前这些专业摄录机也迅速地在家庭中普及。

（3）广播用摄录机

广播用摄录机是在广播电视领域使用的摄录机。例如，新闻采访、球赛转播、运动会、晚会转播等，其技术性能、指标要求较高，清晰度通常接近800线或更高。在制作高清晰度数字电视节目中使用的摄录机则要求更高，是摄录机中的极品，又称高端产品。

2. 按信号处理方式分类

摄录机从信号处理方式上来分有模拟方式和数字方式，每一种方式中又分为复合方式和分量方式，如图4所示。

通常我们在使用各种音视频设备时会遇到各种信号，如影碟机、录像机和电视机相互连接所传输的图像信号被称之为视频信号，视频信号在不同的国家或地区有制式的差别，如我国采用PAL制、美日采用NTSC制、俄法采用SECAM制。视频信号是由亮度信号、色度信号、行场同步信号及色同步信号等复合而成，这个信号就是复合视频信号。将视频信号经Y/C分离电路分成亮度信号（Y）和色度信号（C），这种信号被称为Y/C分离信号或称S-视频信号。将视频信号经解调处理而形成亮度信号（Y）和两个色差信号（R-Y、B-Y），这种信号则被称为分量信号。色差信号又称为U、V信号，或称Pr、Pb信号，也有些场合称为Cr、Cb信号。使用分量信号记录或传输视频图像信号无亮度和色度的相互干扰问题。因而图像质量高，但它需要同时传输两路或三路信号。我们在过去的电视机、录像机中所处理的上述信号都是模拟信号，如将这些信号经A/D变换器转换成数字信号，就是数字式摄录机所处理的信号。因而数字信号

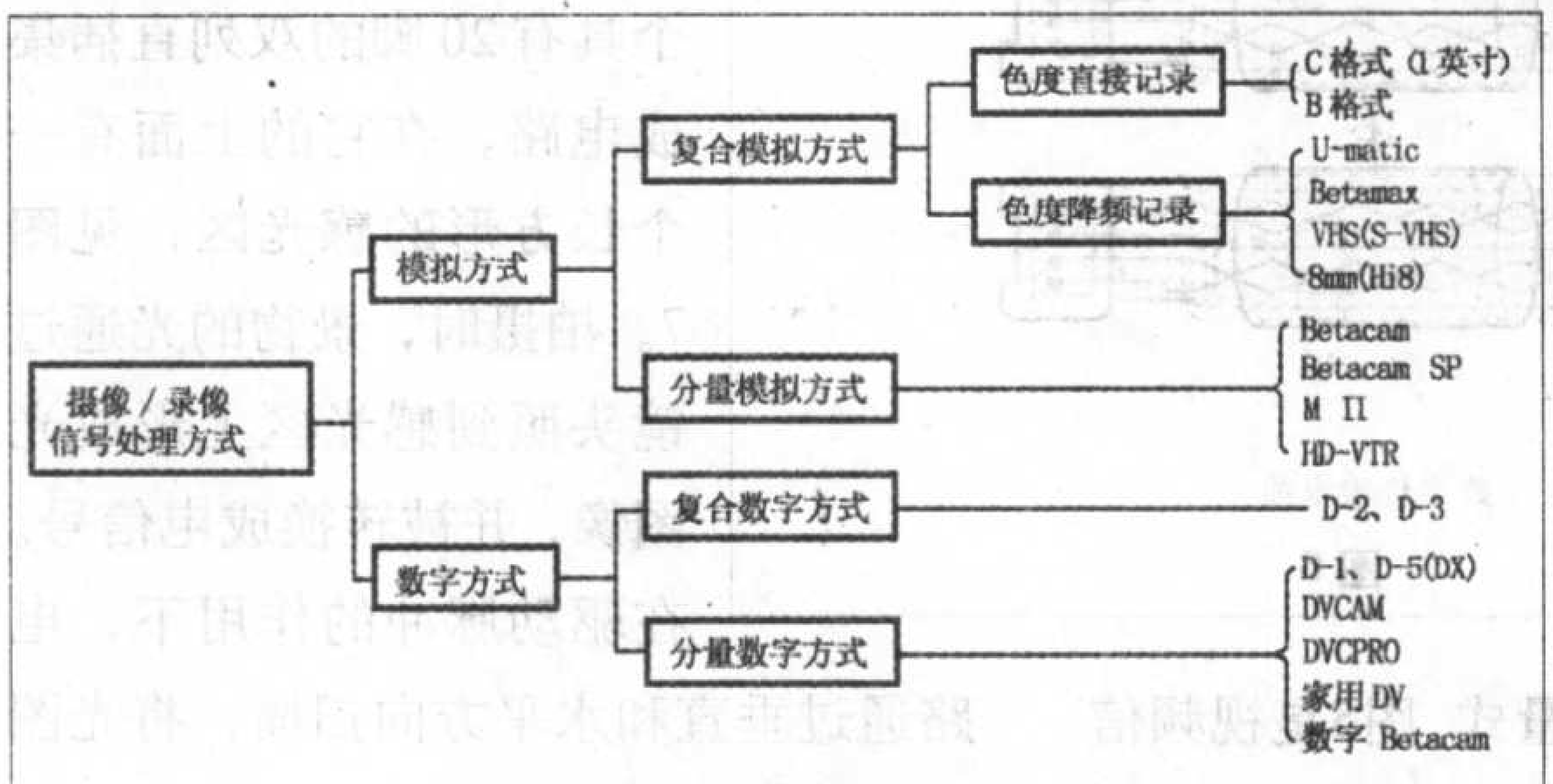


图4

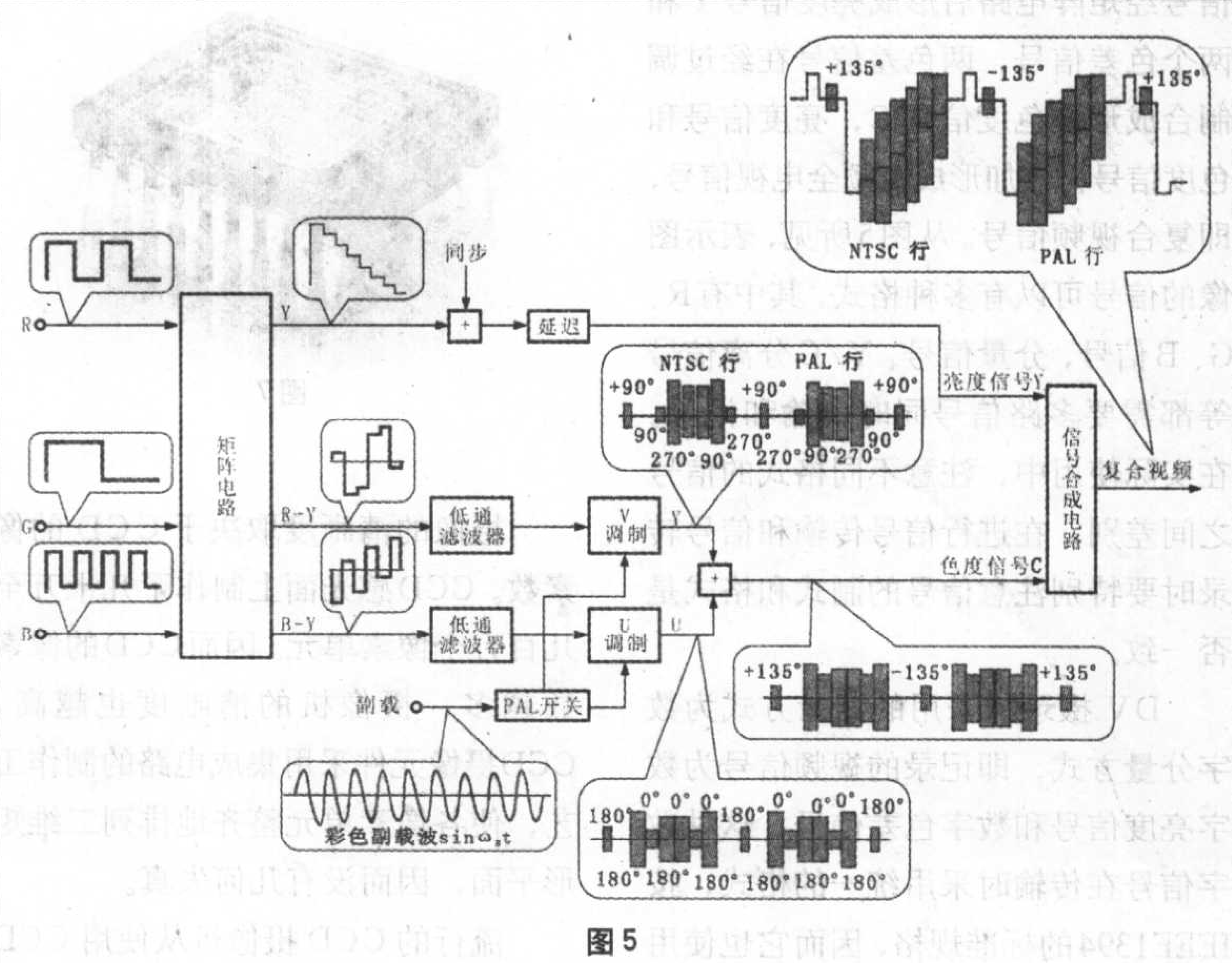


图5

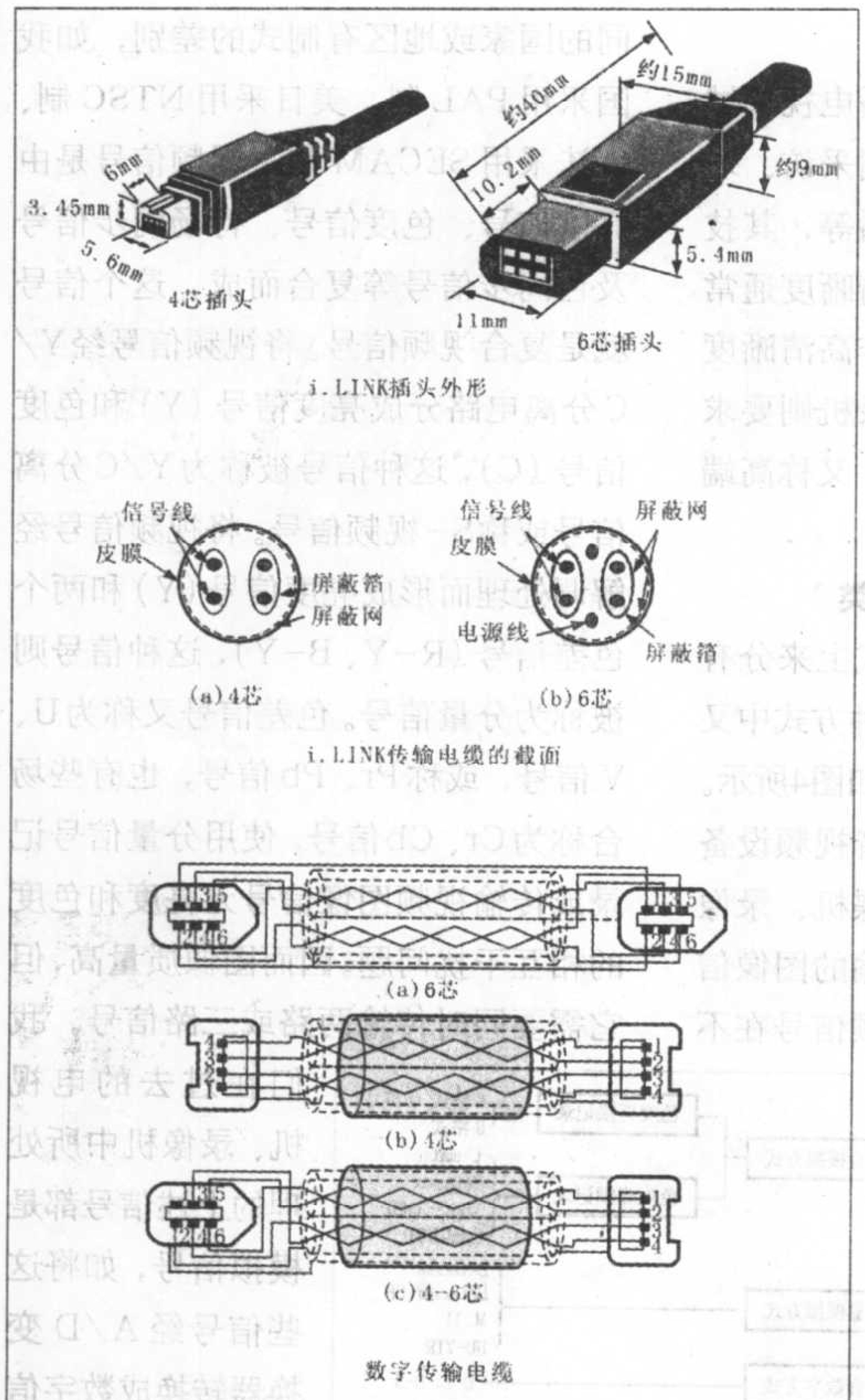


图6

也分为复合式和分量式。图5是视频信号调制编码的处理过程。三基色图像信号经矩阵电路后形成亮度信号Y和两个色差信号，两色差信号在经过调制合成形成色度信号C，亮度信号和色度信号再相加形成视频全电视信号，即复合视频信号。从图5所见，表示图像的信号可以有多种格式，其中有R、G、B信号，分量信号、Y/C分离信号等都需要多路信号同时传输和记录。在实际使用中，注意不同格式的信号之间差别，在进行信号传输和信号转录时要特别注意信号的制式和格式是否一致。

DV摄录机采用的记录方式为数字分量方式，即记录的视频信号为数字亮度信号和数字色差信号，这种数字信号在传输时采用统一的格式，按IEEE1394的标准规格，因而它也使用统一的数据传输线如图6所示。这种数据线具有多芯双向传输功能，摄录一体机输出的音频和视频数据信号和输入的音频视频数据信号都可用它传输，同时还可传输控制信号，对摄录机进行录放控制。大大方便了DV机的使用。

3．按CCD摄像元件的品质和数量来分类

目前摄像机都使用CCD摄像元件，CCD（电荷耦合器件）实质上是一个具有20脚的双列直插集成电路，在它的上面有一个长方形的感光区，见图7。拍摄时，景物的光通过镜头照到感光区上形成光图像，并被转换成电信号。在驱动脉冲的作用下，电路通过垂直和水平方向扫描，将光图像变成电信号输出。

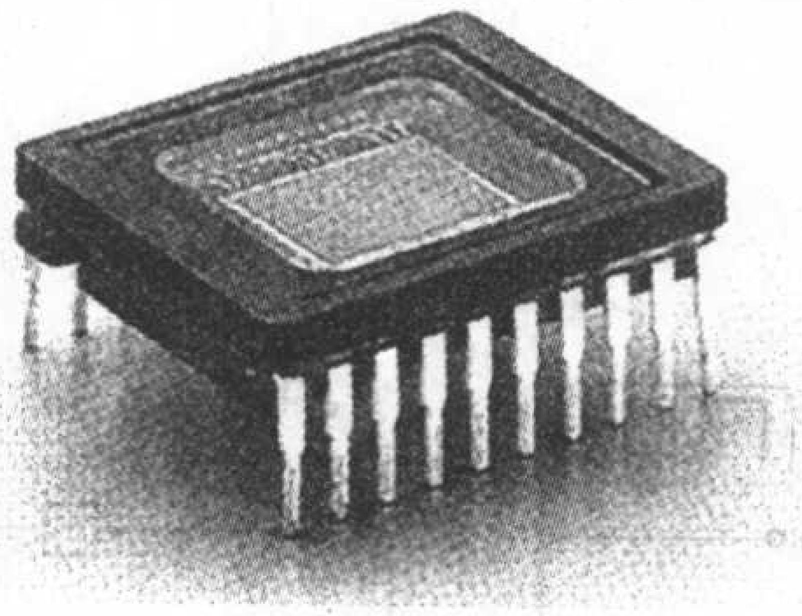


图7

摄像的清晰度取决于CCD的像素数。CCD感光面上制作了几十万至几百万个像素单元。因而CCD的像素数越多，摄像机的清晰度也越高，CCD摄像元件采用集成电路的制作工艺，使各像素单元整齐地排列二维矩形平面，因而没有几何失真。

流行的CCD摄像机从使用CCD的数量上来分有单片CCD和3片CCD两种。家用袖珍摄录机（即DV机）多使用单片CCD，结构简单、成本低。专业用的摄录机多使用3CCD，如图8所示。镜头中的分光棱镜将光图像分解成R、G、B三基色光，分别由三个CCD转换成R、G、B三基色图像，分三路信号分别处理。这种摄像机图像质量高，电路较复杂，光学系统也复杂，因而成本也高。另外根据数字高清电视的需要，也开发了感光面为16:9的高清CCD摄像元件。

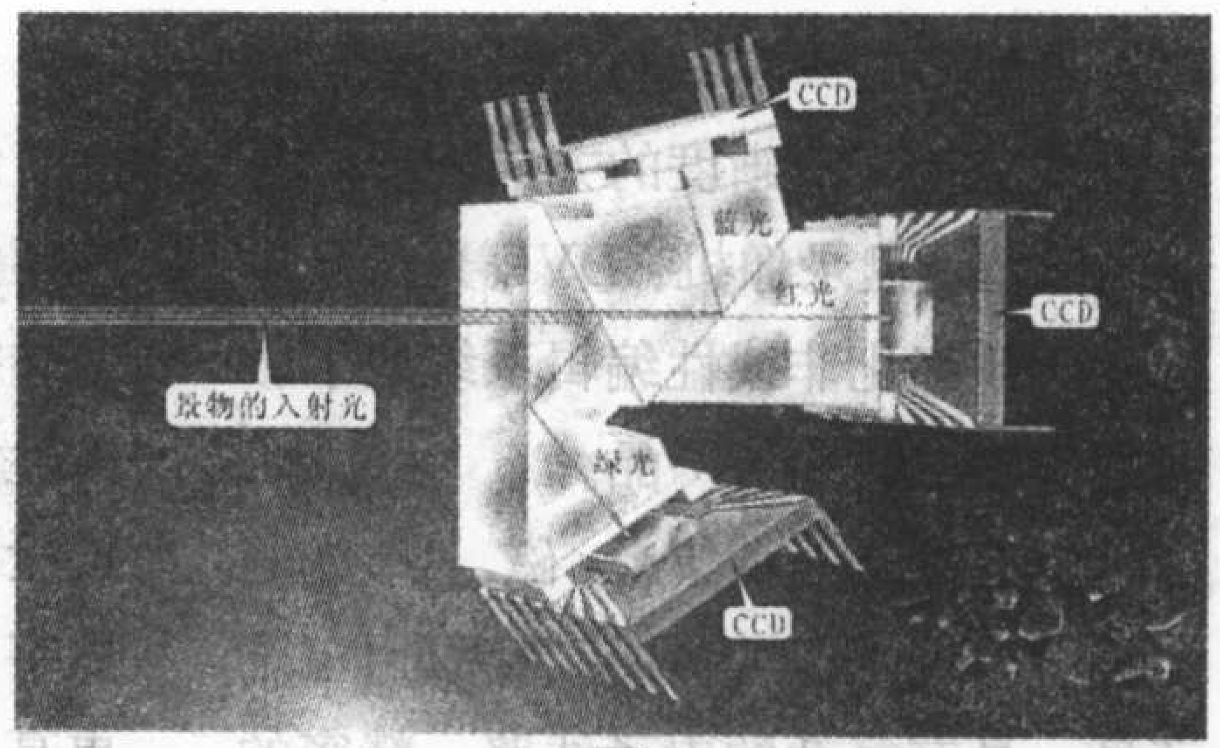


图8

4．高性能摄录像机

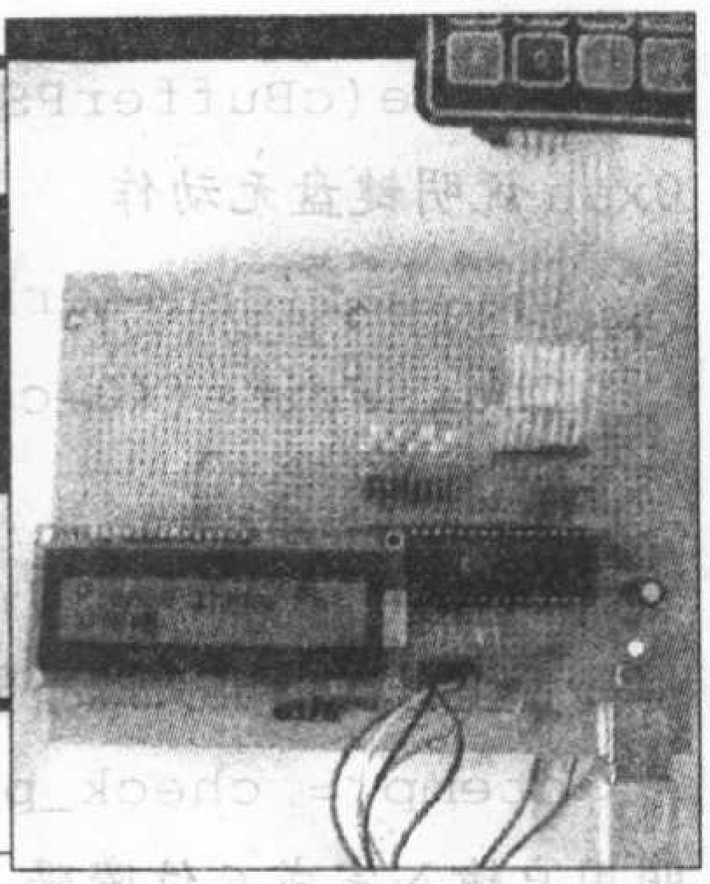
随着广播电视技术的发展，录像机技术也得到了迅速的普及。金属磁带和非晶态磁头的使用改善了频率特性，提高了清晰度。高性能Y/C分离电路的使用减少了亮度与色度信号的互相干扰，提高了彩色图像的质量；高精度机芯和伺服系统的开发，提高了走带的稳定性。三维数字时基校正器和失落场补偿技术的使用，使画面质量更上一层楼。这些都是高质量录像机迅速发展的技术基础。录像机的图像质量和特技效果直接关系着广播电视节目的播出效果。在不断追求广播节目高画质、高清晰度、无闪烁的今天，录像机的新技术发展尤其受到广播电视界的关注。

在广播电视领域为了满足各种拍摄场合的需要，开发了各具特色的高清晰度和高性能的摄录机。

下一期将介绍DV摄录机的基本性能和常用录象机视频格式图像质量的比较。

用ATmega16打造独特的密码保管箱(下)

——LCD与小键盘的综合使用



文/李鹏飞

在掌握了对LCD的控制显示之后，我们需要将LCD综合入密码保管箱，使之成为一个独立工作的系统。

在本期配刊光盘中有上一期用ATmega16控制液晶显示屏的源程序，将其中的lcd.c和lcd.h拷贝到第7期例程psmanager的目录里，并用ICC AVR打开工程psmanager，然后分别将lcd.c和lcd.h加入工程，如图1所示。

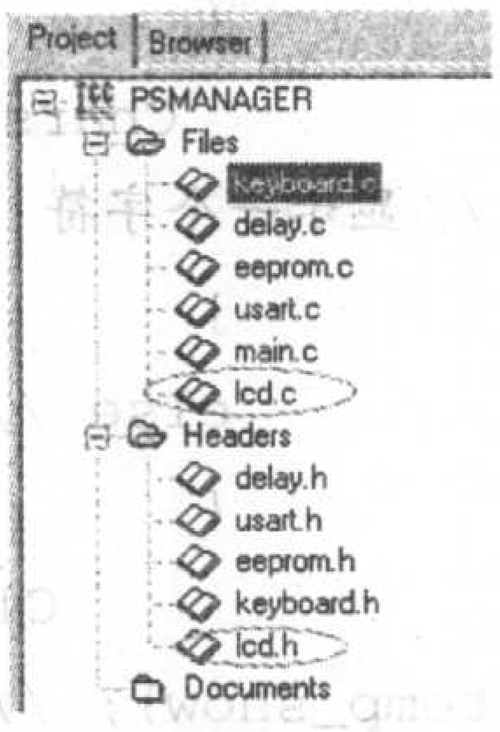


图1

在lcd.c中去掉以下代码：

```
/*时钟为8MHZ* /
void delay_1us(void)
{
  asm("nop");
}
void delay_us(unsigned int itimes)
{
  unsigned int itemp;
  for (itemp=0;itemp<itimes;itemp++)
  {
    delay_1us();
  }
}
/**/
```

这是因为lcd.c中，“#include "delay.h"”语句所包含的delay.h文件中已经定义了以上两个函数。然后在main.c中添加语句“#include "lcd.h"”，这样就可以在main.c文件中调用所有与LCD相关的函数了。

在main.c中添加以下语句完成对LCD的初始化：

```
DDRD = 0XFF;
PORTD = 0XFF;
DDRB = 0XFF;
PORTB = 0XFF; //LCD控制引脚初始化
LCDReady();
LcdInit(); //LCD初始化完成
```

在完成了LCD的初始化之后，接下来就要具体分析LCD在系统工作的每个过程中要实现的功能。

首先考虑开机画面，可以显示“PassWord Manager V1.0”2秒钟(见图2)，将此部分程序放置在密码保管箱工程完成初始化之后，如下：

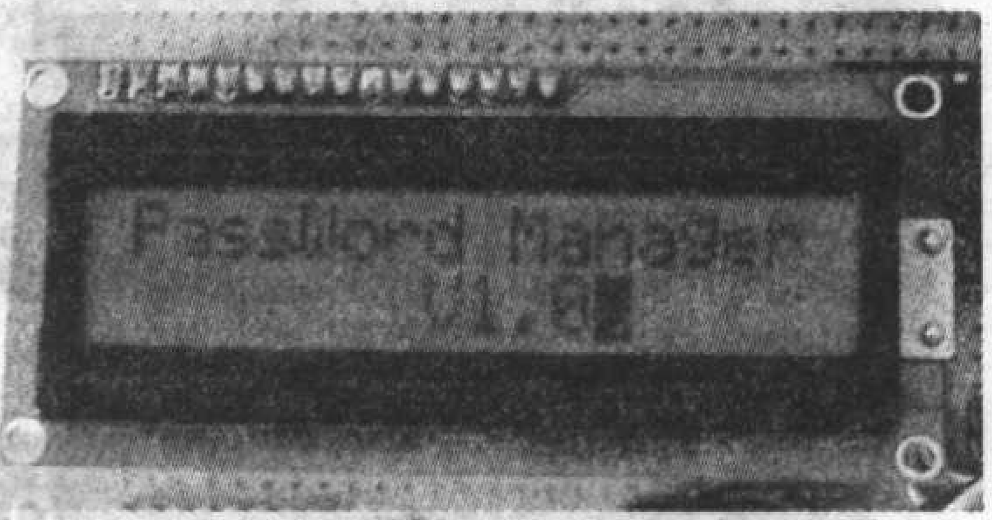


图2

```
……
uart_init();
CharsWrite(0,1,"PassWord Manager");
CharsWrite(6,2," V1.0");
delay_ms(2000); //2秒延时
```

进入while主循环后，首先要对LCD再进行一次初始化，把LCD上原来显示的内容清除。然后显示“Please input PW：”，等待用户输入操作。

```
ClearLcd(); // 清屏LCD
delay_us(80); // 等待清屏指令完成
CharsWrite(0,1,"Please input PW:"); //lcd显示“Please input PW:”
```

接下来程序开始等待并处理用户进行小键盘输入。在用户进行密码输入时，用户每输入一位密码，应该在LCD显示一个“*”号(见图3)。此部分代码应该加在密码保管箱工程的检测键盘输入处，注意*号要显示在LCD的第二行，如下：

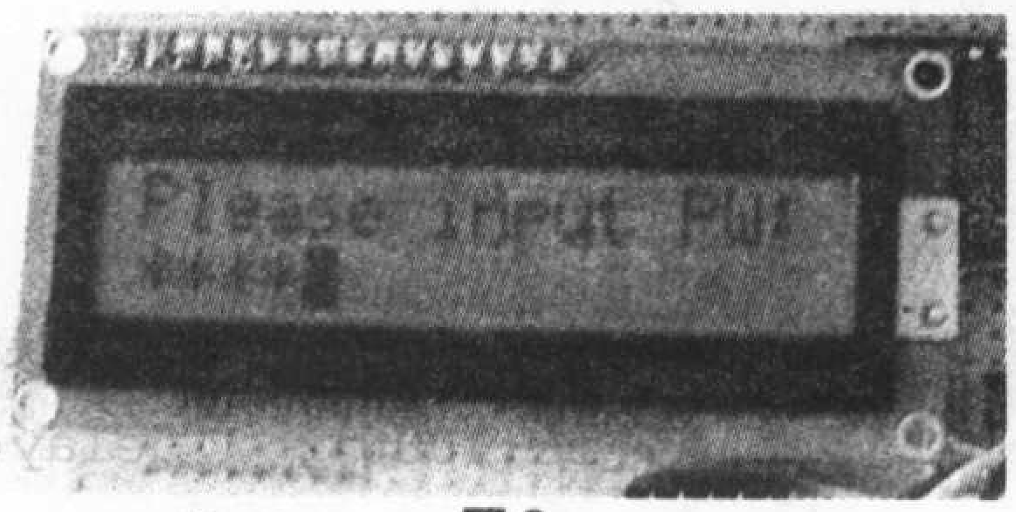


图3

```
......
while(cBufferPS[ctemp]==0xaa); //返回0xaa说明键盘无动作
putchar(cBufferPS[ctemp]) ;
CharsWrite((0+ctemp),2,"*"); //在对应的位置上显示*号
```

在用户完成输入之后，不论用户输入的密码是否正确，都需要再一次清屏，准备显示接下来的内容。

```
ctemp = check_ps(); //该函数执行完成，说明用户输入完成6位密码
ClearLcd(); //清屏LCD
delay_us(80); //等待清屏指令完成
```

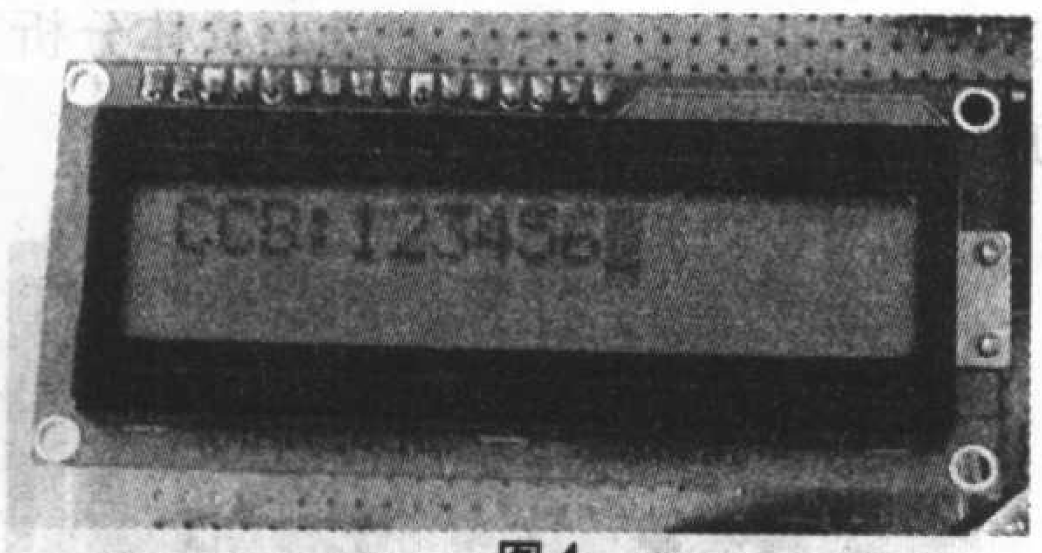


图4

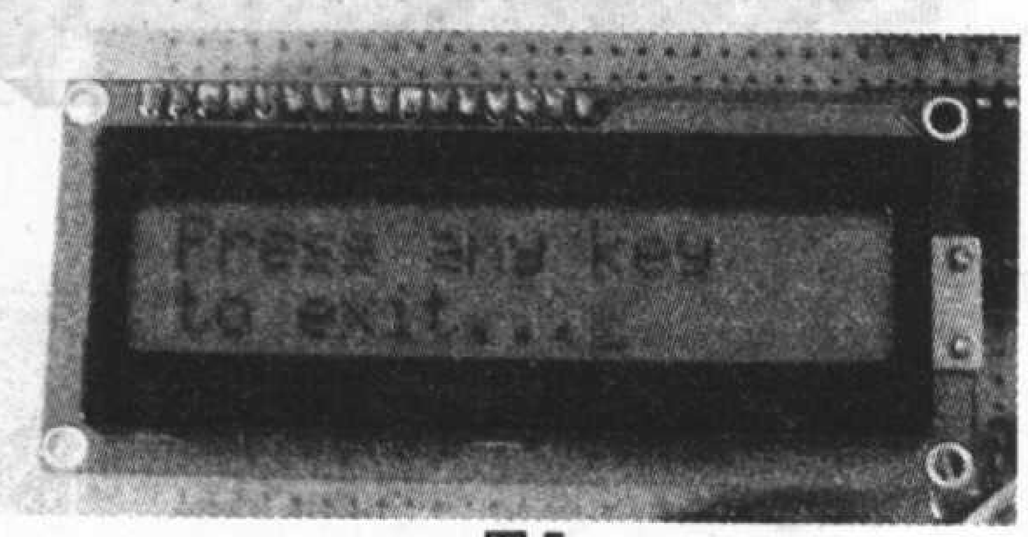


图5

如果用户输入正确，则应依次显示存储在EEPROM中的数据（见图4），然后显示“Press any key to exit...”，等待用户输入任意键退出（见图5）。

在显示的时候应该要注意，

1．如果遇到‘%’号，说明读取一组密码结束，应该等待若干秒钟以方便用户观看密码；

2.如果遇到’$’号，说明所有密码已经读取，等待若干秒钟并退出；

3.如果一组密码的字符数大于16，则应该让LCD换行显示。

```
char temp_show[2] = {0}; //用于LCD显示数据
ctemp = 0; //显示位置初始化，在LCD的第0列
temp_show[1] = 0; //用于存储显示数据的数组的结束标志
while(EEPROM_read(iAddress)!='$')
{
  if (EEPROM_read(iAddress)=='%') //一组密码读取完成
  {
   putchar(0x0d);
   putchar(0x0a); //回车换行
   delay_ms(4000); //delay4s,以方便用户察看
   ClearLcd(); //清屏LCD
   delay_us(80);
   ctemp = 0; //下一组密码在LCD上的起始位置
  }
  else
  {
   putchar(EEPROM_read(iAddress));
   temp_show[0]= EEPROM_read(iAddress);
   ctemp++;
   if (ctemp<18) //一组密码的总数小于16个，在LCD第一行显示
   {
    CharsWrite((ctemp-1),1,temp_show); //显示一个字符
   }
   else //多于16个的，在LCD第二行显示
   {
    CharsWrite((ctemp-18),2,temp_show); //第二行显示一个字符
   }
  }
  iAddress++;
}
putchar(0x0d);
putchar(0x0a); //回车换行
delay_ms(4000); //delay4s,用于显示最后一组字符串
iAddress = 7;
puts("按任意键退出");
ClearLcd(); //清屏LCD
delay_us(80);
CharsWrite(0,1,"Press any key");
CharsWrite(0,2,"to exit..."); //lcd show "press any key to exit"
ctemp = 0;
do
  ctemp = scan_keyboard();
while (ctemp==0xaa); //等待用户出入任意键退出
```

如果用户输入错误，则直接显示“PassWord error!”2秒钟即可。

```
CharsWrite(0,1,"PassWord error!");
delay_ms(2000);
```

完整的源程序见本期配刊光盘。

将工程编译以后下载入ATmega16，插上LCD和小键盘，上电，就可以测试运行结果了。

点阵液晶显示的多功能数字万年历

文/陈燕春

普通的万年历一般比较简单，只有公历显示，铃声比较单一。这里介绍点阵液晶显示的多功能数字万年历具有农历功能，使用点阵LCD（液晶）显示，红外遥控控制，操作简单方便，可以随意录制自己喜欢的声音作为闹铃音，这是普通数字万年历不具备的。制作成品如图1所示，主要功能见附表。

图1 整机制作图

附表 主要功能

时钟显示	12/24 小时制
日期、星期显示	年份可达 1900–2049 年
闹铃	多种语音选择，可以录制自己的语音（多达40段）
农历	有效时间：1900–2049 年
生肖	有效时间：1900–2049 年
红外遥控	有效距离 10 米
整点报时	有
断电功能	有

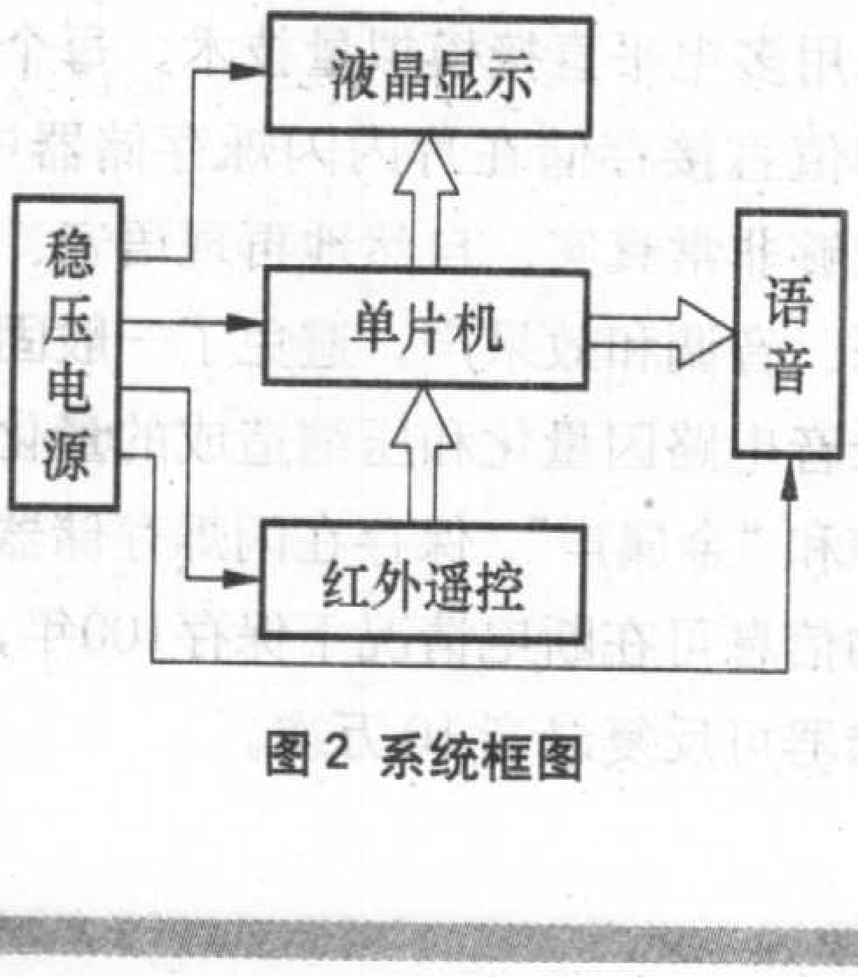


图2 系统框图

该数字万年历系统框图见图2，主要由单片机、红外遥控、语音、液晶显示和稳压电源5部分组成。

硬件电路

1.电源

数字万年历在断电时要保持工作状态，需要使用备用电源，本制作使用4节5号镍镉电池做备用电源，可以保持系统时钟断电运行48小时以上。对应的电源电路图如图3所示。

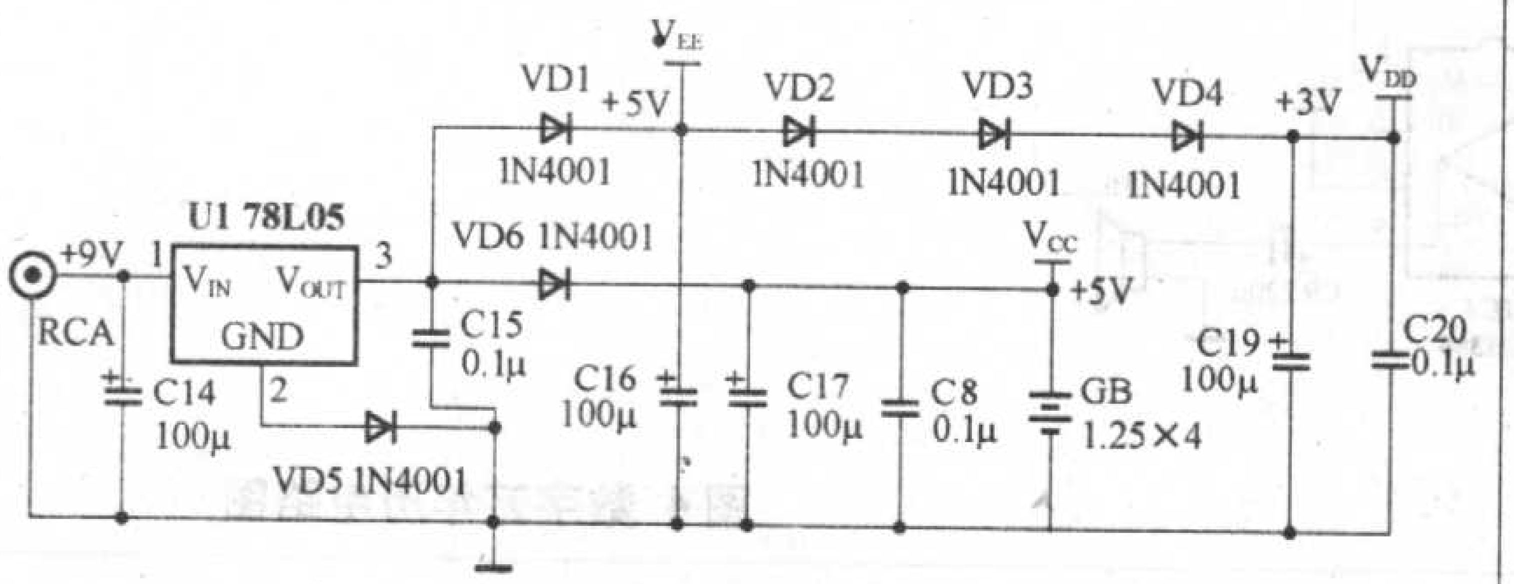


图3 电源电路

2.主控制器

点阵液晶显示的多功能数字万年历总体电路图见图4。主控制器选用Atmel公司C51系列单片机AT89C52。该单片机采用高性能的静态设计，由先进CMOS工艺制造并带有非易失性Flash程序存储器，支持12时钟和6时钟操作。包含256字节RAM，32条I/O口线，3个16位定时/计数器，6输入4优先级嵌套中断结构，1个串行I/O口可用于多机通信I/O扩展或全双工UART。

3.液晶显示

数字万年历需要显示文字，从节能和感观上考虑，液晶显示屏是最好的选择。这里选用的是普通的没有带字库的液晶显示屏YJ–12864BG，有背光，方便光弱环境使用。

模块点阵分为左右两边，左右两边的结构完全一样。对模块的点阵存储区进行读写操作时，由CS1、CS2进行片选，高电平有效。模块中每8行为1页，页地址由X确定，Y确定点阵的列号，点阵数据的每一个字节所在的位置由CSi，X，Y唯一确定。字节中的每一位对应着相应的像素，为1显示该像素，为0则不显示。液晶显示模块工作时，逐行扫描点阵存储区。首先被扫描的行显示在LCD屏幕的第1行上，其余行则依次顺序显示。

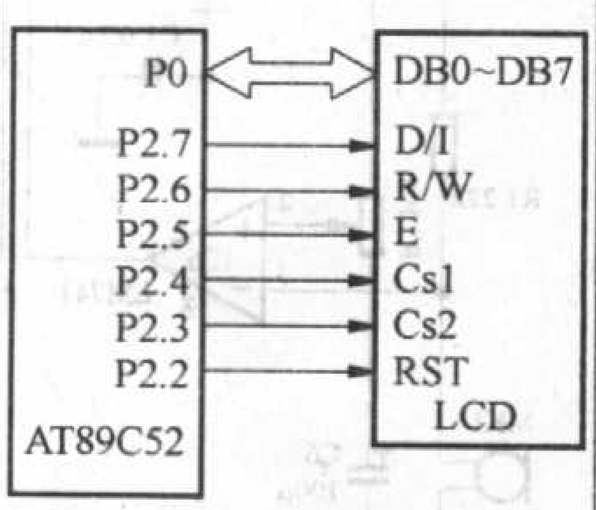


图5 硬件接口示意图

单片机与LCD显示屏采用的是并行数据传输方式，图5为单片机与LCD显示屏的硬件接口示意图。

4.红外遥控

（1）红外遥控发射部分

本红外遥控器采用普通的红外遥控器，型号为RM–F，内部芯片型号为LA7461，见图6。

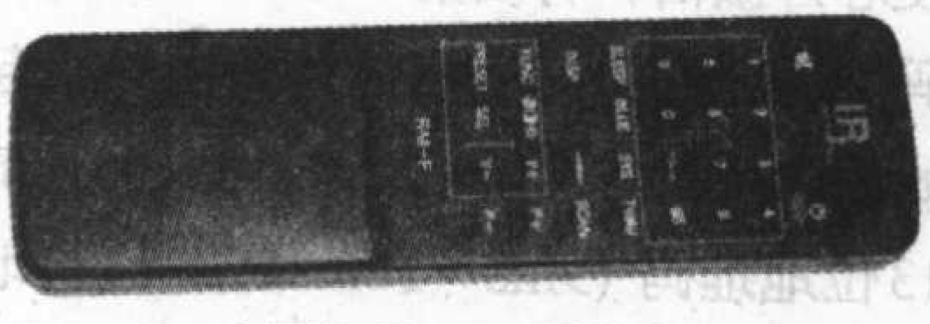


图6 RM–F遥控器

红外遥控器发射的信号由一串“0”和“1”的二进制代码组成，不同的芯片对“0”和“1”的编码有所不同，

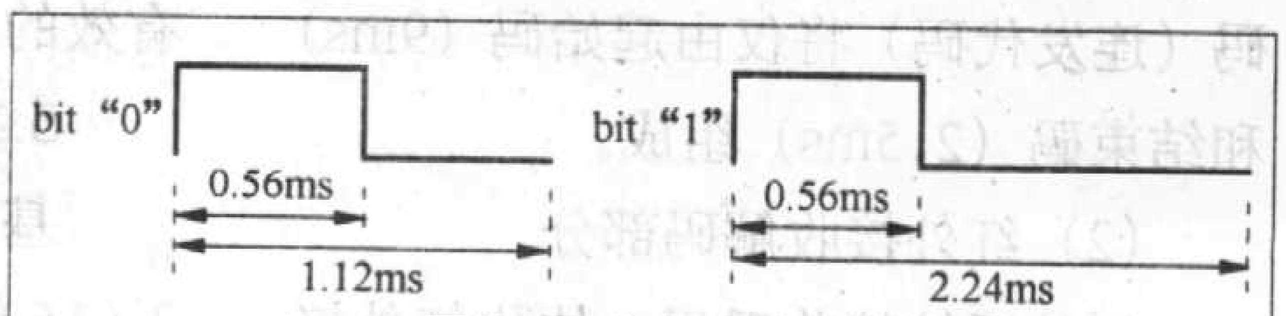


图7 脉冲宽度编码

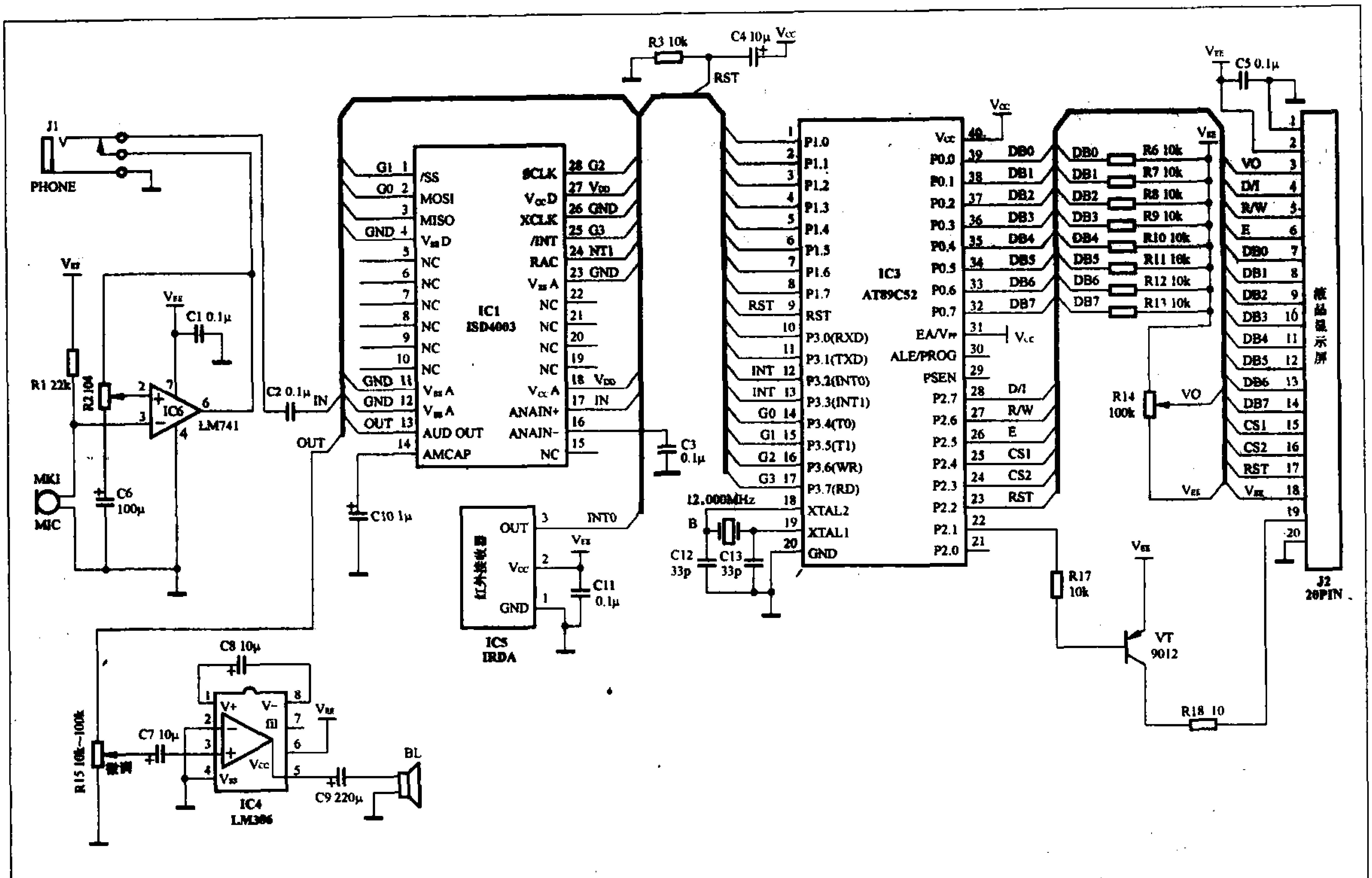


图4 数字万年历电路图

通常有曼彻斯特（Manchester）编码和脉冲宽度编码。本文红外遥控器选用的是脉冲宽度编码，如图7所示。

遥控器发射的红外遥控编码波形，“0”码由0.56ms高电平和0.56ms低电平组合而成，脉冲周期为1.12ms，“1”码由0.56ms高电平和1.68ms低电平组合而成，脉冲周期为2.24ms。

当一个键按下超过36ms，振荡器使芯片激活，将发射一组108ms的编码脉冲，这108ms发射代码由一个起始码（9ms），一个结束码（4.5ms），低13位地址码（9ms~18ms），高13位地址码（9ms~18ms），8位数据码（9ms~18ms）和这8位数据的反码（9ms~18ms）组成。如果按键按下超过108ms仍未松开，接下来发射的代码（连发代码）将仅由起始码（9ms）和结束码（2.5ms）组成。

（2）红外接收解码部分

红外遥控接收采用一体化红外接收头，它将红外接收二极管、放大、解调、整形等电路集成封装成一体。红外接收头的信号输出端接单片机的INT0脚，单片机中断INT0在红外脉冲下降沿时产生中断。

在中断期间启动定时器0进行计数，直到下一个负脉冲到来，将计数结果取出处理。电路使用12.000MHz晶振，定时器为1μs计数一次。理论上代码“0”的定时计数值为1120（0x460），代码“1”的定时计数值为2240（0x8c0），但考虑到单片机晶振的误差、中断的延时、遥控器晶振的误差等原因，测到的结果不一定等于理论值。实验证明，只要范围在0x300~0x480之间均为有效的“0”码，计数值在0x700~0x8ee之间均为有效的“1”码。

5.基准时间

基准时间利用单片机的定时器2（16位），初始值是0x3cb0，利用12.000MHz的晶振溢出周期是20ms，这样5个溢出周期为1s。

6.语音控制

一般的数字万年历没有语音的功能，缺乏个性化。本制作采用语音集成芯片ISD4003实现语音功能。ISD4003工作电压3V，单片录放时间4分钟。芯片采用CMOS技术，内含振荡器、防混淆滤波器、平滑滤波器、音频放大器、自动静噪及高密度多电平闪烁存储阵列。芯片设计是基于所有操作必须由微控制器控制，操作命令可通过串行通信接口SPI送入。芯片采用多电平直接模拟量技术，每个采样值直接存储在片内闪烁存储器中，能够非常真实、自然地再现语音、音乐、音调和效果声，避免了一般固体录音电路因量化和压缩造成的量化噪声和“金属声”。保存在闪烁存储器中的信息可在断电情况下保存100年，存储器可反复录音10万次。

ISD4003工作于SPI串行接口，图8为SPI串口接口框图。图中OVF标志指示ISD4003的录、放音操作已到达存储器的末尾。MOSI为SPI串行输入，MISO为SPI串行输出。EOM标志在放音期间检测到内部的EOM标志时置为1。P10～P0为ISD4003输出控制数据，C4～C0为逻辑控制位，

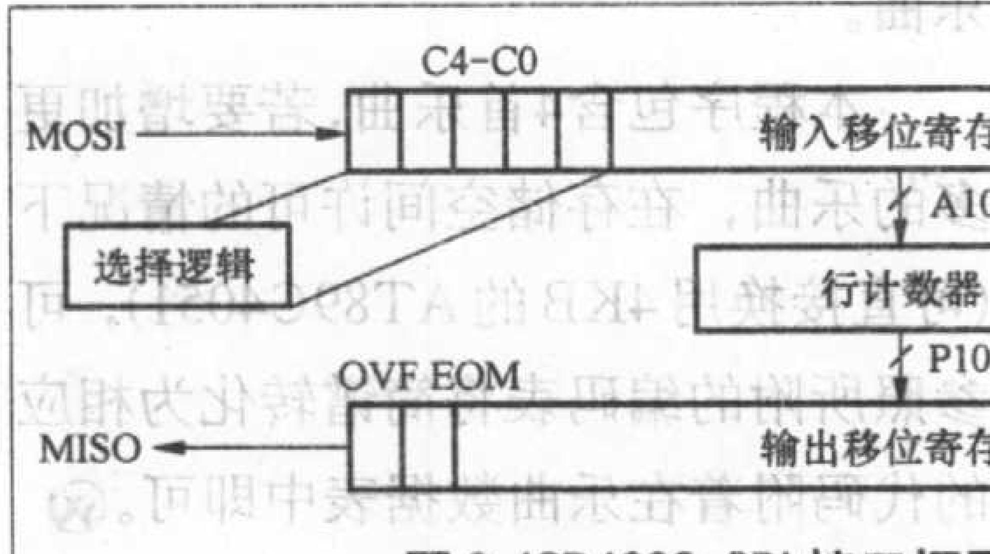


图8 ISD4003 SPI接口框图

A10～A0为输入地址，指示ISD4003从指定的地址开始录、放音。

SPI协议是一个同步串行数据传输协议，协议规定ISD4003微控制器的SPI移位寄存器在SCLK（串行时钟）的下降沿动作，时钟由主控制器产生。对ISD4003而言，在时钟上升沿锁存MOSI（串行输入）引脚的数据，在下降沿将数据送至MISO（串行输出）引脚。

图9为SPI端口的控制位图。每条操作控制指令的长度都是16位，刚好2个字节。

控制ISD4003放音的指令有：SET PLAY指令——设置放音地址，必须后跟PLAY指令放音，控制码为11100<A10-A0>；PLAY指令——从当前地址开始放音（直至EOM或OVF），控制码为11110XXXXXXXXXXX（X为填充数据，可为任意值）。

控制ISD4003录音的指令有：SET REC指令——设置录音地址，必须后跟REC指令录音，控制码为10110<A10-A0>；REC指令——从当前地址开始录音（直至OVF或停止），控制码为10110XXXXXXXXXXX。

软件设计

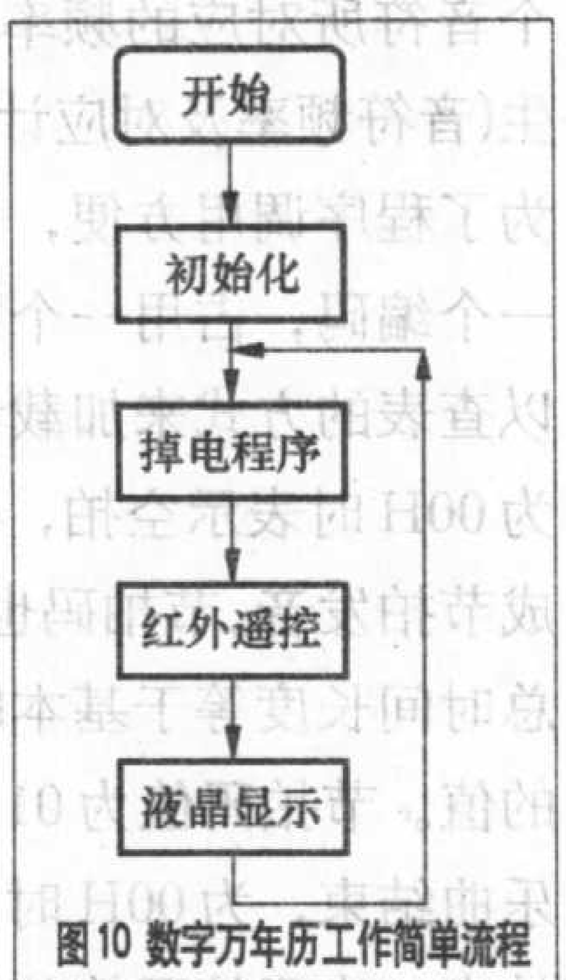


图10 数字万年历工作简单流程

软件采用C语言编写。简单流程图见图10。

1.公历-农历转换

公历和农历之间关系没有计算公式可用，只能将农历与公历的对应关系用表格的形式存储在存储器中，根据公历的日期来查表取得农历的信息。

农历一年有12个月或13个月（含一个闰月），一个月不是30天就是29天。如果把一个月29天叫做小月，计为0；把一个月30天叫做大月，计为1，那么用12位2进制数即能表示12个月的大小。如果有闰月把闰月的月份用4位二进制表示，这样2个字节就可以存储一年中的月份数还有闰月，可另外还用一个字节存储闰月的天数，只有存在闰月的农历年使用该字节，大大节约了存储空间。

2.公历-星期转换

公历与星期的算法使用基准法，就是选定某一天为星期几，然后计算出某一天到那天一共经历的天数，然后除以7的余数就可以知道那一天是星期几了。这种方法简单明了，没有像传统的算法要用到校正数据。

3.农历-生肖转换

十二生肖是："鼠"，"牛"，"虎"，"兔"，"龙"，"蛇"，"马"，"羊"，"猴"，"鸡"，"狗"，"猪"。

农历与生肖的轮换也是使用基准法，设定农历1900为基准，农历1900年为鼠年，12年一个周期，采用除12取余法可以计算出农历年对应的生肖是什么。

本制作程序使用keil μVision编辑、调试、编译通过。完整的程序源代码见本期配刊光盘中的文件"点阵液晶显示的多功能数字万年历.c"。

使用说明

点阵液晶显示的多功能数字万年历主要有闹铃、万年历、语音管理、时间制式、整点报时和背光6个功能键，全部使用红外遥控器控制。在使用的过程中按功能键进入对应的制作界面。在对应的制作界面上，V+、V-选择子项目，P+、P-更改参数数据。下面分别介绍功能键的功能，操作面板如

图11 操作面板图

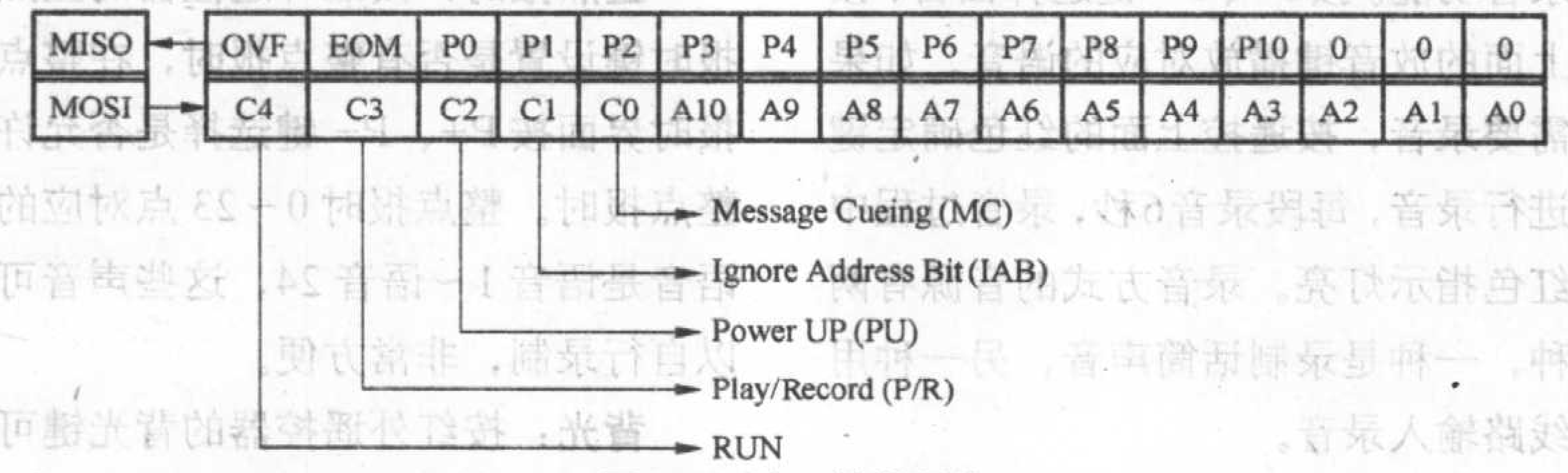


图9 SPI端口的控制位

基于AT89C2051的乐曲播放器

文/耶 涛

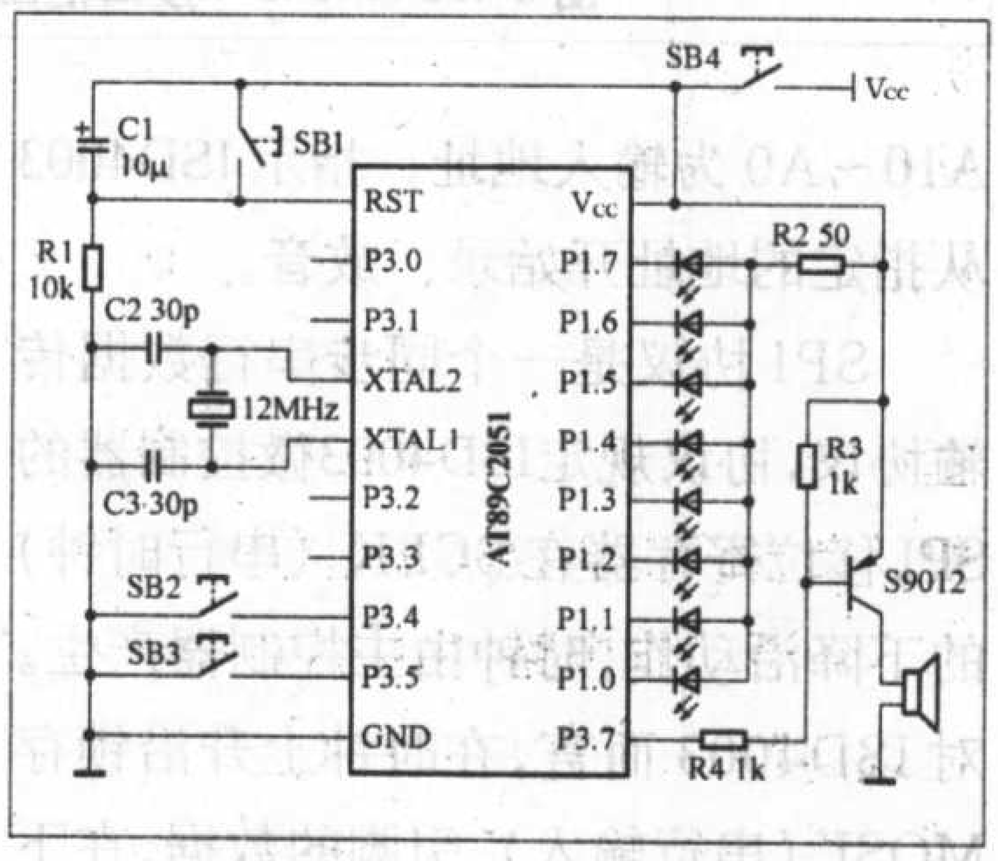
作为单片机重要硬件资源之一的定时器，可以产生各种固定频率的方波信号，也可以产生包括“DO”、“RE”、“ME”音阶在内的各种频率的声频信号。将各个音阶连接在一起，便可组成一支曲子或是演奏一段旋律。基于这个思想，笔者设计了一款特殊的“乐曲播放器”。其核心器件采用ATMEL公司的AT89C2051单片机，具有电路简单、功能强大等特点。该实例涉及到了单片机应用中许多重要的操作，如中断、定时器、键盘扫描、I/O口等，可以帮助读者熟悉这些单片机系统设计的关键。

功能特色：可实现循环播放、上一曲、下一曲、复位等功能。为了体现乐曲播放过程中的动态效果，在P1口增加了8个发光二极管作随机闪烁，以指示旋律的节奏。

硬件设计：电路以AT89C2051为主控制器，SB1为复位键，SB2、SB3分别为上一曲、下一曲选择键。晶振采用12MHz。音乐信号由P3.7口输出，经9012放大后推动扬声器发声(电路图见附图)。

软件设计：程序中根音选取的是C调三个8度内的音符，共21个音。每个音符所对应的频率由定时器T0产生(音符频率及对应计数初值见附表)。为了程序调用方便，每个音符都对应一个编码，占用一个字节。在程序中以查表的方式来加载计数初值。当值为00H时表示空拍，与节拍码配合完成节拍发音。节拍码也占一个字节。其总时间长度等于基本时间乘以节拍码的值。节拍码值为01H时，表示当前乐曲结束，为00H时，表示全部乐曲结束。为了编码简单，一般节拍码高半字节表示整拍，低半字节表示分数，只要基本延时时间设定恰当即可。为了及时响应键盘操作，键扫描指令安排在基本延时时间子程序中。按键每按下一次，乐曲数目计数器R5加一或减一，然后根据R5的内容转向不同的乐曲。

本程序包含4首乐曲，若要增加更多的乐曲，在存储空间许可的情况下(可直接换用4KB的AT89C4051)，可参照所附的编码表将简谱转化为相应的代码附着在乐曲数据表中即可。



附表 C调音符频率计数值对照表

编码	00H	01H	02H	03H	04H	05H	06H	07H	08H	09H	0AH
音符	不	低1	低2	低3	低4	低5	低6	低7	中1	中2	中3
频率(Hz)	发	262	294	330	349	392	440	494	523	587	659
T0值	音	63628	63835	64021	64103	64260	64400	64524	64580	64684	64777

编码	0BH	0CH	0DH	0EH	0FH	10H	11H	12H	13H	14H	15H
音符	中4	中5	中6	中7	高1	高2	高3	高4	高5	高6	高7
频率(Hz)	698	784	880	988	1046	1175	1318	1397	1568	1760	1976
T0值	64820	64898	64968	65030	65058	65110	65157	65178	65217	65252	65283

图11所示。

闹铃：按红外遥控器的闹铃功能键，这时有三个选项：闹铃时间、闹铃开关、闹铃语音。按V+、V−键选择各项功能，按P+、P−键修改参数。

万年历：按红外遥控器的万年历功能键，这时有年份、月份、日期、星期以及时间选择，按V+、V−键选择各项功能，按P+、P−键修改参数，这时对应的农历日期和生肖也有相应的改变。如果需要修改时间日期，调整好日期、时间后按一下红色的确定键就修改好了。

语音管理：语音管理主要有播放、录音功能。按P+、P−键选择曲目，按上面的放音键播放对应的语音。如果需要录音，按遥控上面的红色确定键进行录音，每段录音6秒，录音过程中红色指示灯亮。录音方式的音源有两种，一种是录制话筒声音，另一种用线路输入录音。

时间制式：按红外遥控器的红外遥控功能键进入时间制式选择界面。时间显示可以选择24/12小时制，按P+、P−键选择。

整点报时：按红外遥控器的整点报时键设置是否有整点报时，在整点报时界面按P+、P−键选择是否允许整点报时。整点报时0～23点对应的语音是语音1～语音24，这些声音可以自行录制，非常方便。

背光：按红外遥控器的背光键可以打开／关闭液晶显示屏的背光。

简单实用的单片机水位采集系统

文/李世国

通常的数据采集系统都要在传感器与单片机I/O口之间设置模数转换电路，这样做既增加了电路的复杂性和成本，也降低了系统的可靠性。本文介绍的用最小化的通用单片机系统实现水位信号采集实例中省略了模数转换电路，直接将水位传感器的输出信号接在单片机的I/O口上，在单片机内部直接进行信号变换处理，使电路变得非常简单，经过笔者两年的使用，系统运行可靠。

单片机水位信号采集系统电路如图1所示，其中IC1为AT89C52单片机，负责系统的数据处理与显示，IC2为专用看门狗电路，当单片机软件系统出现问题时，P34口的喂狗脉冲出现异常，将导致DS1232第5脚出现强制复位信号，从而使单片机系统复位，以保证系统的可靠性。IC3为串口电平转换芯片，当采集到的水位经过单片机处理发现有变化时，单片机将向串口发送包含水位数据的信号，以便与计算机联接或送给数传电台实现远程监控。

为了简化显示系统，三位共阴数码管没有单独的驱动电路，而是采用了单片机直接驱动的方法，经过实验，这种驱动方式在采用高亮LED的情况下，完全可以满足正常显示的要求。

由于水位传感器的输入信号为9位，所以最大显示水位为2的9次方(512cm)。系统的分辨率为1cm，完全可以满足一般的水位测量要求。

硬件电路的简化需要软件来作相应的补偿，系统软件分为数据采集转换处理模块、显示模块、通信模块三个部分，程序流程如图2所示。

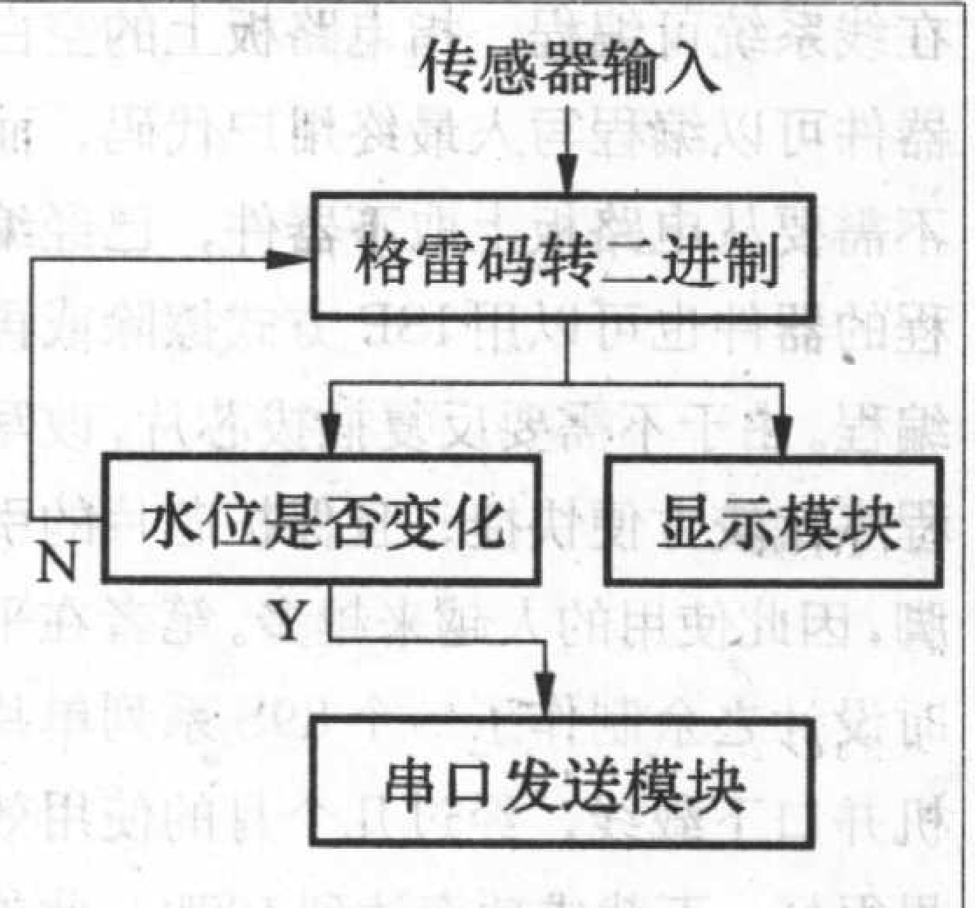


图2

系统通电后，单片机定时对相应的I/O口进行扫描，通过软件的算法将传感器输出的格雷码转换成二进制码，转换后的数据除了直接送到显示模块实现水位显示外，还将实时的水位存入单片机RAM中，以便进行相邻时间段内水位的比较，如果水位与上次RAM中的水位通过比较发生了变化，就会马上将数据通过串口发送出去。发送的数据包括前导码、站号、水位数据、结束码等。完整的源程序和编译文件见本期配刊光盘。

本系统可以单机现场工作，也可以组网工作，笔者通过20多个测量站组网试用，在两年的试用期间稳定性很好，不失为一种低成本、高可靠的水位自动化测量系统。

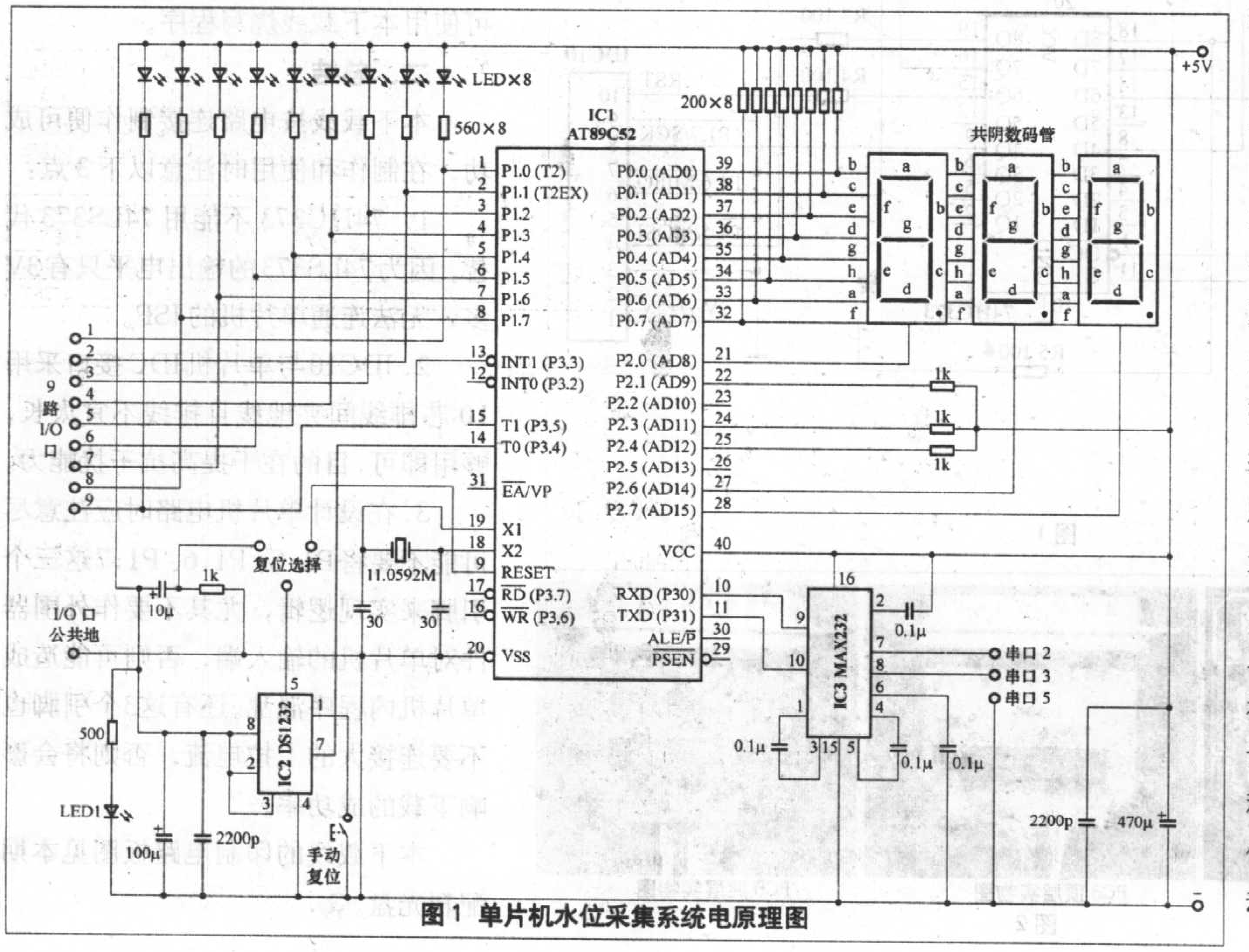


图1 单片机水位采集系统电原理图

自制89S系列单片机ISP下载线

文/胡 炼

ISP（In-System Programming）在线系统可编程，指电路板上的空白器件可以编程写入最终用户代码，而不需要从电路板上取下器件，已经编程的器件也可以用ISP方式擦除或再编程。由于不需要反复插拔芯片，改写程序比较方便快捷，且保护芯片的引脚，因此使用的人越来越多。笔者在平时设计之余制作了一个89S系列单片机并口下载线，经过几个月的使用效果很好，下载成功率达到100%。此外本下载线不能与其他下载线通用，可从一定程度上保护单片机程序代码。

一、制作

原理图见图1，主要由PC机LPT并行接口、74HC373和下载接口IDC10组成。本电路可做成单面印制板，把整个电路放到25针公头壳内，PCB图及实物见图2。支持软件可用Easy 51Pro，此软件操作简单，使用方便。

DB25针插座与PC机的25针并口插座相连接，IDC10插座通过10芯排线与单片机电路板的10脚IDC插座相连接。单片机电路板上IDC插座与单片机ISP引脚连接见图3，功能见附表。设计单片机电路板时按图3引脚标注连接即可使用本下载线烧写程序。

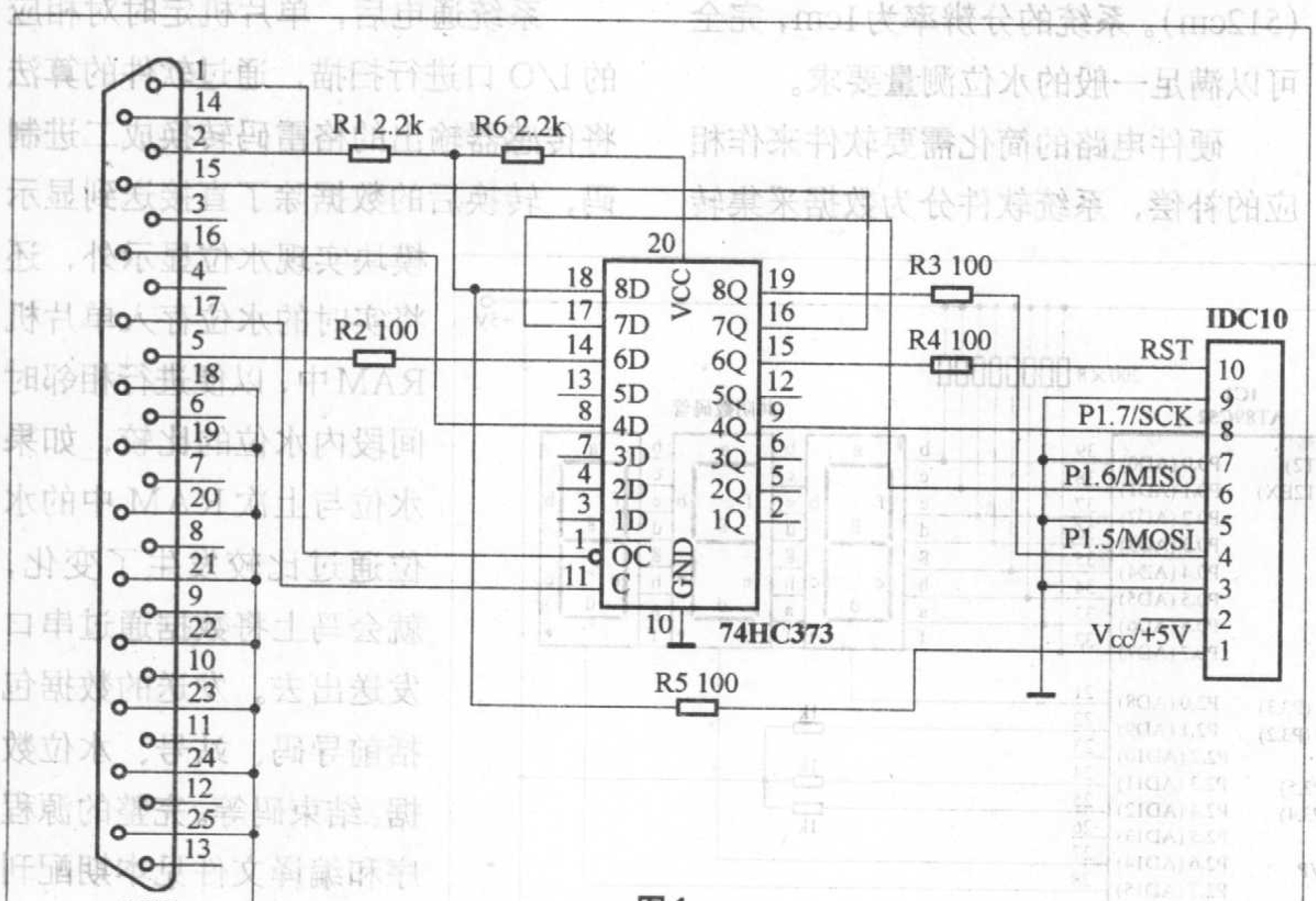
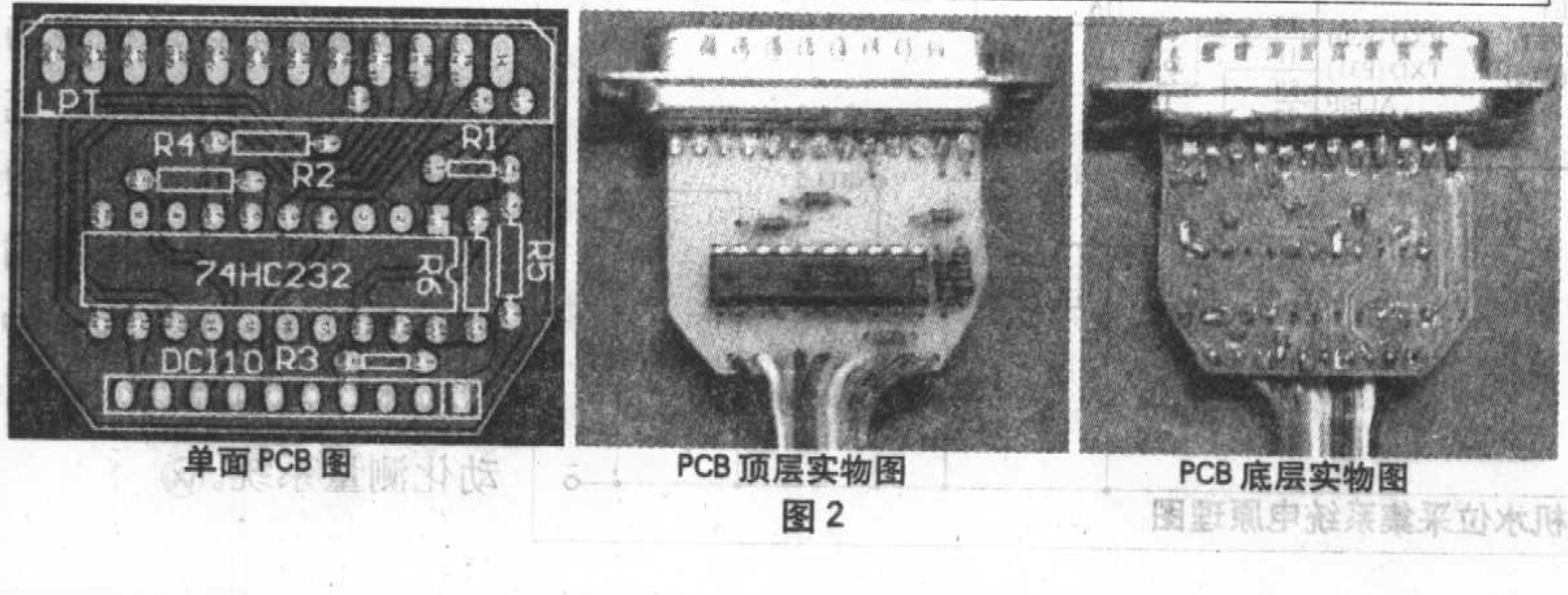


图1



单面PCB图 PCB顶层实物图 PCB底层实物图

图2

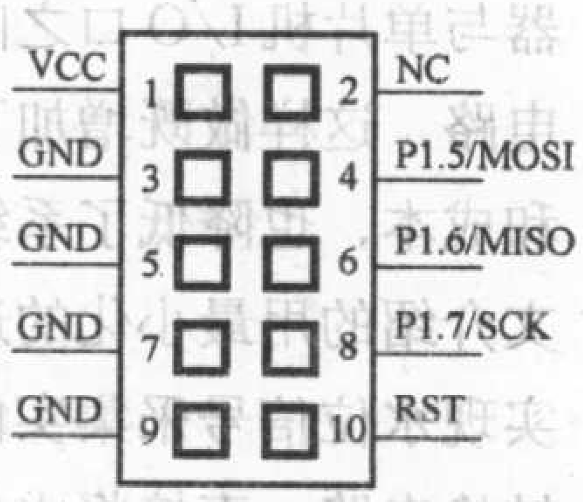


图3

附 表

IDC10引脚名	单片机ISP下载引脚名	说 明
1	VCC	电源+5V
2	NC	未用
3	GND	电源地
4	P1.5/MOSI	编程串行输入
5	GND	电源地
6	P1.6/MISO	编程串行输出
7	GND	电源地
8	P1.7/SCK	编程串行时钟
9	GND	电源地
10	RST	复位

二、总结

本下载线按电路连接制作便可成功，在制作和使用时注意以下3点：

1. 74HC373不能用74LS373代替，因为74LS373的输出电平只有3V多，无法连通单片机的ISP。

2. IDC10与单片机IDC接口采用10芯排线间夹地线且排线不宜太长，够用即可，目的在于提高抗干扰能力。

3. 在设计单片机电路时应注意尽可能不要将P1.5、P1.6、P1.7这三个引脚来实现逻辑，尤其不要作外围器件对单片机的输入端，否则可能造成单片机内程序混乱。还有这3个引脚也不要连接大的上拉电流，否则将会影响下载的成功率。

本下载线的印制电路板图见本期配刊光盘。Ⓦ

制作MCS-51串行HEX调试器

文/刘　亮

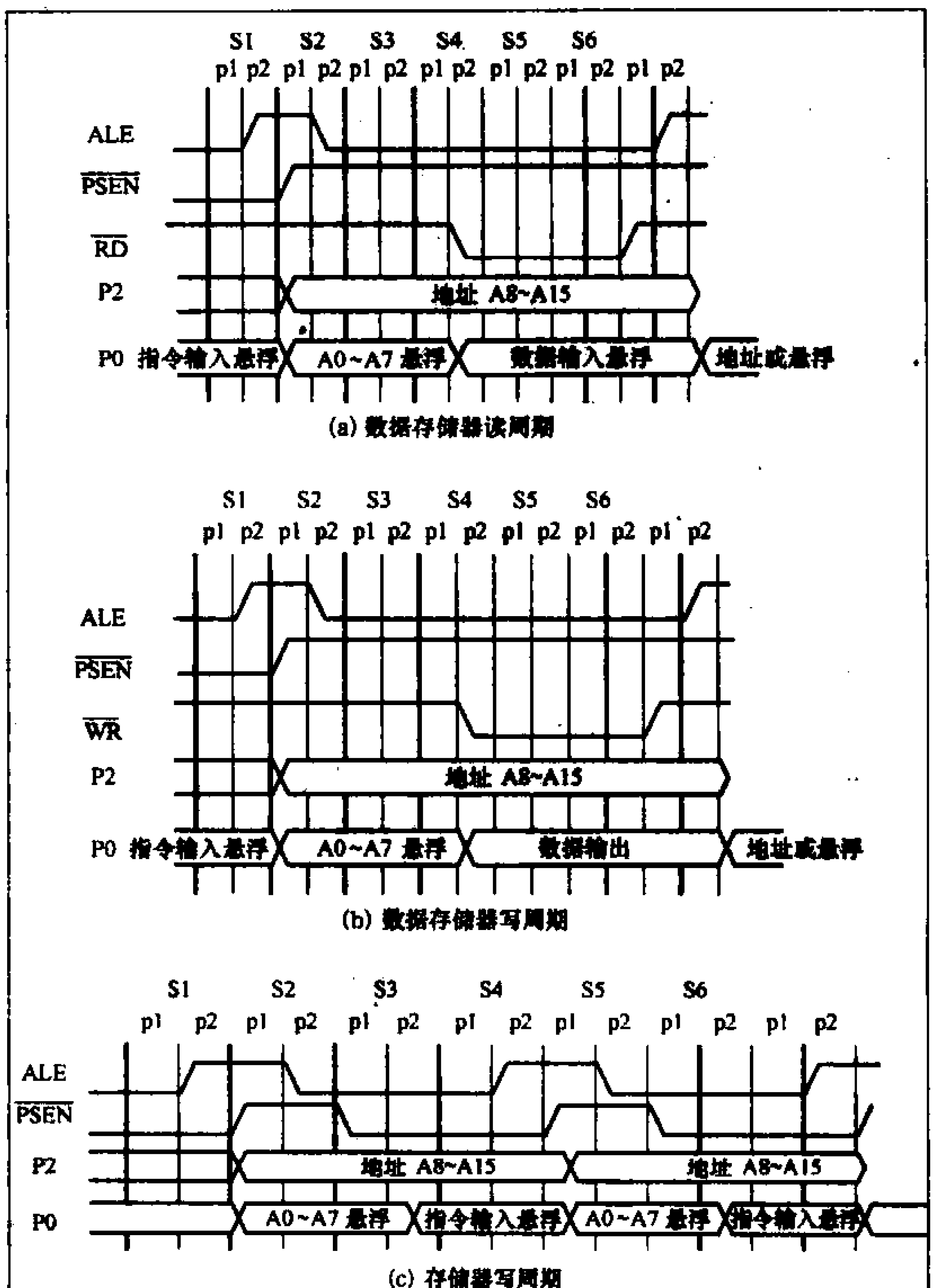
51单片机学习的新手，由于没有仿真器，编写的程序往往只能通过编程器烧写到单片机里，通过观察单片机运行状况来判断程序是否符合要求。烧写次数一多，单片机就容易出现烧写错误，以至不能再次烧写，单片机只得报废。本文介绍一种新型的HEX调试器，由于采用特殊方法，使单片机不再会因为烧写次数多而损坏。

电路原理

电路原理图如图1所示。

电路的核心是常用的51单片机。常用的AT89C51和89C52由于成本的限制，内部集成的FLASH ROM并不多，而传统的51外部最大可以扩展64KB的程序存储器。利用这个特点，笔者在一块89C51外部扩展了一块64KB的RAM，通过特殊的接法，使其可以像ROM一样被51访问。利用RAM不因读写次数多而影响寿命的特性，就可以无限制地进行程序的调试而不必再担心单片机的损坏。

使用89C51时，一般都将EA脚置高，以访问内部程序存储器，而将EA脚置低时将访问外部程序存储器。利用这个功能，向单片机内部的FLASH ROM写入一段服务程序，在EA脚为高时，单片机运行该服务程序将PC机端的待调试的程序下载进RAM，然后改变EA脚为低，通过复位重新从RAM中读取代码运行程序。访问RAM程序存储器的要点在于一个与门。单片机访问外部存储器的时序如图2所示。



(a) 数据存储器读周期

(b) 数据存储器写周期

(c) 存储器写周期

图2

相比较而言，在两个ALE之间，如果读写数据存储器，$\overline{PSEN}$就不会有一个下降脉冲，而$\overline{RD}$有一个下降脉冲，由于$\overline{RD}$、$\overline{WR}$和$\overline{PSEN}$三者不能并存，所以相互用与门进行逻辑运算也不会起冲突，因此将$\overline{RD}$和$\overline{PSEN}$相“与”，就可以用RAM模拟程序存储器，又不会影响数据的读写，并可用程序存储器的方法读取RAM内部代码并运行。

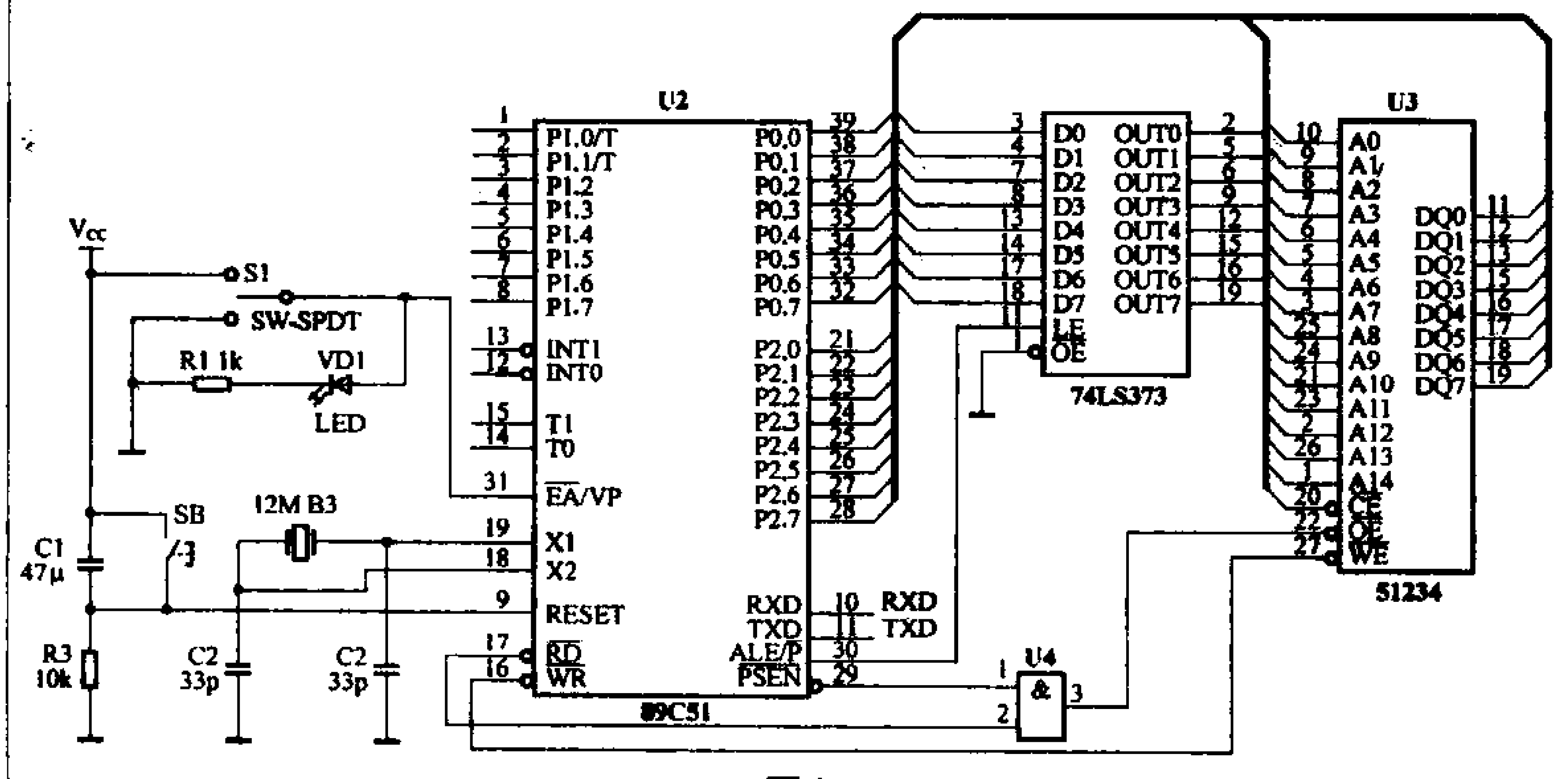


图1

由于使用了一个与门，单片机同时也可以用读数据的方式读取程序段的代码，方便了通过电脑下载程序之后的校验。

PC机串口通过MAX232与单片机进行通信，其连接方式本刊以前已有相关文章介绍，本文从略。

元器件选型

该电路所用均为常用元件：74LS373为常用的锁存器；RAM采用61256（32KB），如果需要，可以换用更大容量的RAM；与门采用74LS08或74LS00，一个与非门，另一个接成非门，两者互相连接，构成一个与门；晶振采用12MHz；串口电平转换采用MAX232或者其他232电路均可；单片机采用AT89C51；其他如电阻、电容、LED则没有特别要求。如果需要节约成本，也可以将MAX232用两个三极管代替，由于三极管代替232的电路比较常见，这里就不再介绍。

软件使用

1.上位机软件

电路上位机软件笔者采用的是串行调试器软件，其界面如图3所示，有兴趣的读者可在本期配刊光盘中找到。

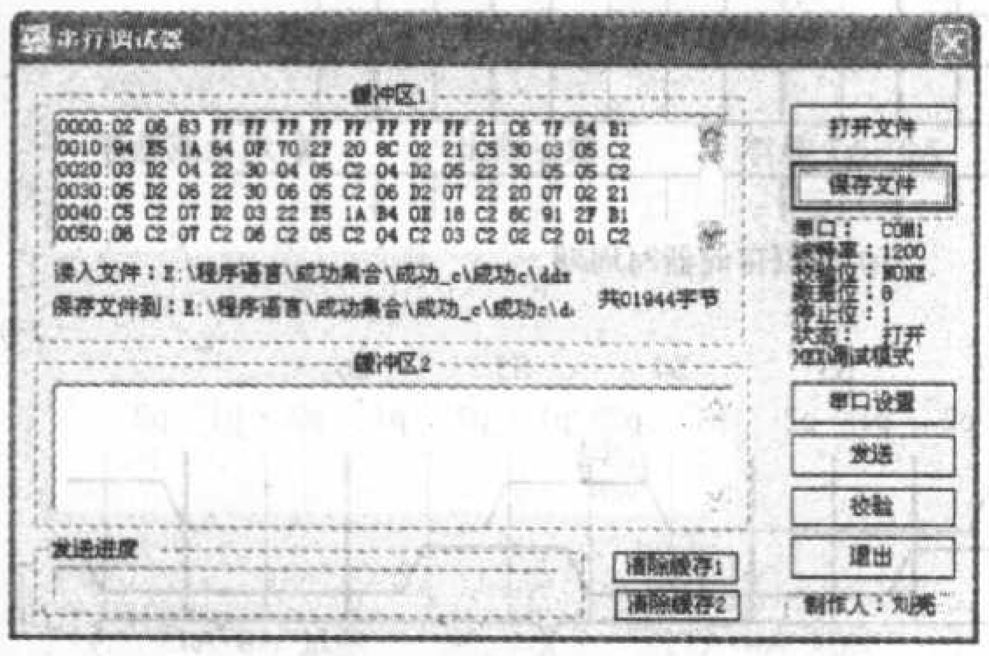


图3

这个软件的使用方法很简单。打开图3的软件界面以后，连上串口和单片机，按动S1开关，使LED点亮（表示EA端为高电平，内部程序段有效）就可以进行调试了。首先打开文件，该软件可以打开Intel Hex和Bin文件，并且显示在缓冲区1。“保存文件”按钮可以将Hex文件转化为Bin文件并保存在相应的文件夹下。软件可以工作在两种模式下：Hex调试模式和串口调试模式。Hex调试模式用来调试单片机程序，串口调试模式则可以用作简单的串口调试器。在Hex调试模式下，调试器的波特率是一定的，为1200。有兴趣的读者，可以提高89C51单片机的主频，以提高传输速率；串口调试模式下，可以通过“串口设置”按钮进行串口设置，包括端口号、波特率、检验位、数据位、停止位、串口开启与关闭及调试模式的切换。

串口设置界面如图4所示。

图4

软件默认为Hex调试模式。点击主界面的“发送”，就可以将读入的Intel Hex或者Bin文件通过串口发到单片机，并通过单片机存储到RAM中。缓存区2下的进度条显示发送的进程。

如果想验证PC机发送的数据是否正确，可以按“校验”，使单片机从RAM中读回已存入的代码发回PC机，与源代码进行比较，并显示在缓存区2，如果正确则显示检验成功。然后，就可以改变S1，使LED熄灭（表示EA端为低电平，外部程序存储器有效），然后按SB，重置单片机，使单片机开始运行外部的程序。

2.单片机服务程序

为了和上位机通信，需要在单片机内部写入一段服务程序，用于代码数据的写入和读出，串口波特率设定为1200。程序代码很小，只有200多个字节，可以用编程器写入单片机一次，以后要应用的单片机程序就直接用PC机通过串口下载即可。由于系统使用12MHz晶振，在中断程序中需要进行数据存取判断处理，所以速度不能太快，以免影响数据的传输。如果需要加快传输速度，可以更改晶振频率，并对波特率相应加大，有兴趣的读者可以自己进行尝试。

电路测试

为了测试该电路，笔者采用C语言编写了一个流水灯的程序。该测试程序很简单，在硬件部分只需要在P1.0、P1.1、P1.2三个IO口接三个LED即可（注意，最好限流）。通过软件下载到单片机后，按动S1，改变EA脚的电平，使EA脚的LED熄灭。按SB复位单片机后，程序就开始正常运行，三个LED轮流点亮。至此串行HEX调试器宣告成功。平时不需要下载时，改变软件的模式为串口调试模式，就变成了一个简单的串口调试助手，在缓冲区1输入字符，按动“发送”，就可以将字符串通过串口发送出去。

在RAM中调试程序的方法在ARM单片机中是很常见的。然而，经过特殊处理，我们可以使51单片机也能轻松地在RAM中调试代码，对于其他不支持RAM调试的单片机，这种方法也是一种很好的启发。

本文涉及的上位机软件、单片机服务程序和流水灯测试程序见本期配刊光盘。

2006年第4期有奖读者调查获奖名单

2006年第4期《无线电》杂志读者调查活动得到广大读者的积极参与和热情支持。

我们从回收的数千份有效读者调查表中，评选出10名合理建议奖，以抽奖的形式产生出30名幸运读者奖和60名鼓励奖，其他所有参加活动的朋友都将收到《高保真音响》杂志一册，希望读者朋友继续关心支持我刊。

合理建议奖(10名)

山东 孙松芳　山东 丁志军　山西 昌伦斌　陕西 梁珠明
西安 刘鸿章　黑龙江 陈铁石　河北 宋清　昆明 姚晋贤
新疆 吴群虎　湖南 彭毅

幸运读者奖(30名)

宁夏 王正英等30名

鼓励奖(60名)

山东 张月军等60名

串行通信程序的设计与调试

文/谢永宁

在很多应用场合下，我们都希望单片机应用系统能够与其它系统（计算机、PLC或另一个单片机应用系统）进行通信，51单片机内部集成了一个异步串行通信口（UART），应用这个UART，我们可以很方便地与一切具有UART接口的其它系统进行通信。

要在两个不同的系统中进行通信，必须保证它们具有相同的通信协议和相同的波特率，而且能够按照通信的协议发送和接收数据，为此需要设计串行通信程序。

1. 51单片机的UART接口

51单片机的UART接口是一个全双工的串行接口，它能同时发送和接收数据。51单片机的UART接口有4种工作方式，需要通过对特殊功能寄存器SCON的设置来定义串行口的操作方式和控制它的某些功能，见图1。

SM0 SM1=00 为移位寄存器方式（串行口工作方式0），SM0 SM1=01为8位UART方式（串行口工作方式1），SM0 SM1=10为9位UART方式(串行口工作方式2)，SM0 SM1=11为9位UART方式（串行口工作方式3)。

不同的工作方式还具有不同的波特率，串行口以方式0工作时，波特率固定为振荡器频率的1/12。为方式2时波特率为振荡器频率的1/64或1/32。它取决于特殊功能寄存器PCON中的SMOD位的状态，见图2。如果SMOD=0(复位时SMOD=0)，波特率为振荡器频率的1/64。如果SMOD=1，波特率为振荡器频率的1/32。

方式1和3的波特率由定时器1的溢出率所决定。当定时器1作波特率发生器时，波特率由下式确定：

波特率＝（定时器1溢出率）/n

式中：定时器1溢出率＝定时器1的溢出次数/秒，n为32或16，取决于特殊功能寄存器PCON中的SMOD位的状态，若SMOD=0，则n=32，若SMOD=1，则n=16。

对于定时器的不同工作方式，得到的波特率的范围是不一样的，这主要由定时器1的计数位数不同所决定。

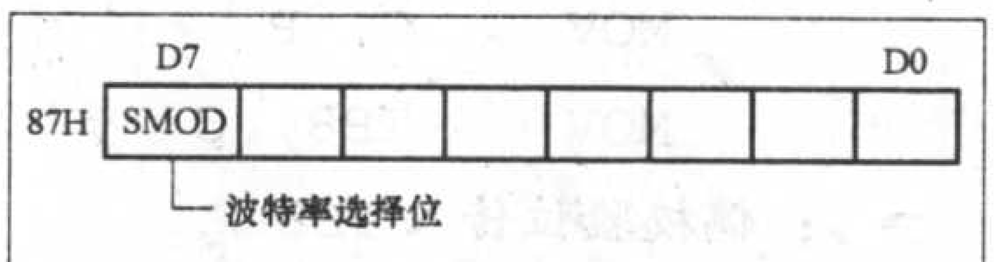


图2 功耗控制寄存器PCON

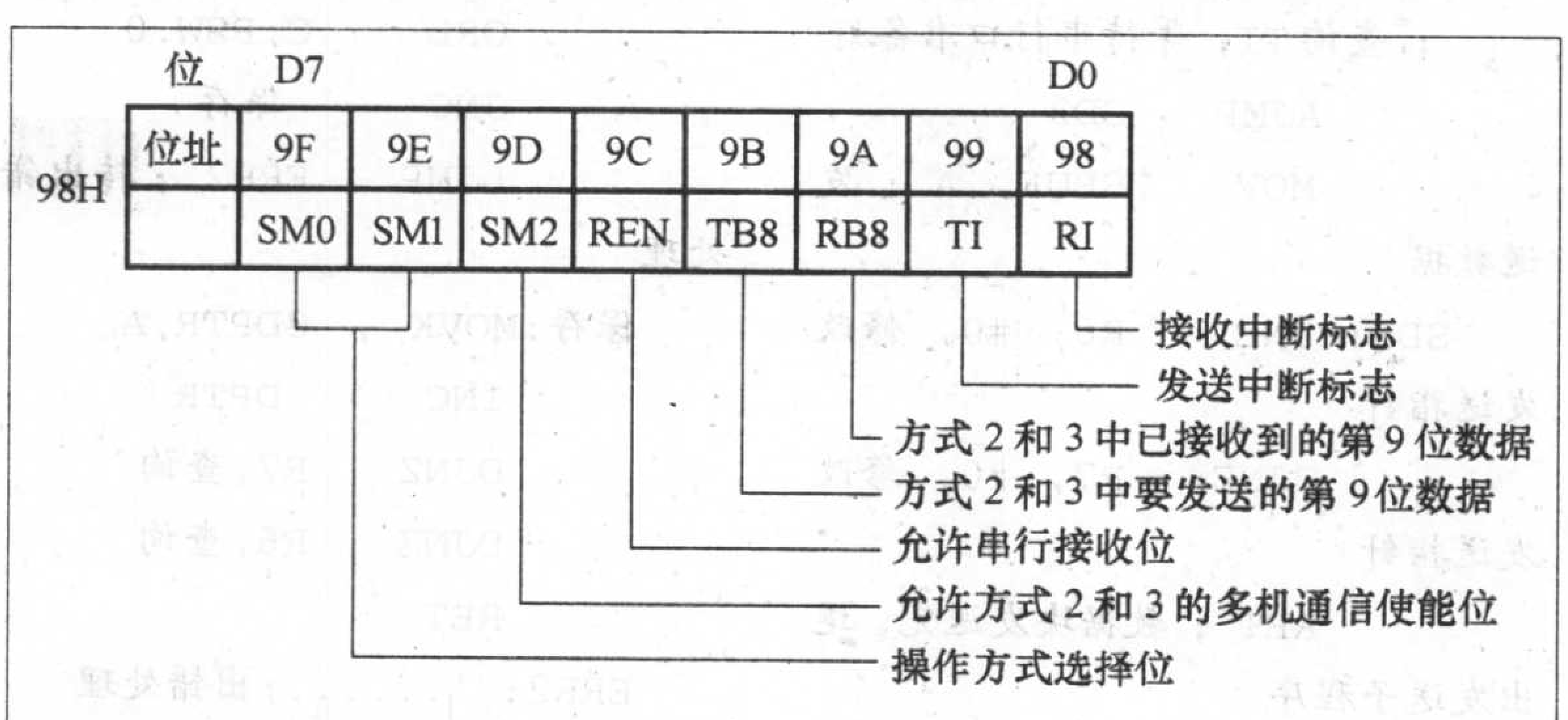


图1 串行口控制寄存器SCON

2. 串行通信程序的设计要素

51单片机串行通信程序的设计包括4项基本内容：

◆ **初始化程序**

通过对特殊功能寄存器SCON和PCON的设置，来选择串行口的工作方式，设置通信的波特率。如果通信采用中断方式，则还要对中断系统进行设置。

◆ **发送数据的程序**

51单片机串行口发送数据的条件是串行口已准备好，此时标志位TI的状态为“1”，串行口发送数据的方法很简单，只要由一条写SBUF指令（例：MOV SBUF，A）将待发数据传送到发送数据缓冲器SBUF，即启动一次发送。

◆ **接收数据的程序**

51单片机串行口接收数据的条件是SCON中的REN为“1”，接收时，在接收控制逻辑的作用下，按确定的波特率进行移位操作。将RXD脚输入的状态逐位移入移位寄存器中，待接收完一个字节的数据后，自动将其并行地装入接收缓冲寄存器SBUF中，同时将SCON中的RI置“1”。标志位RI的状态为“1”，表明串行口已经收到一个字节的数据，此时用一条读SBUF指令（例：MOV A，SBUF）即可取得收到的数据。

◆ **通信控制程序**

用来控制发送与接收的进行，一般将其融合在收发程序中。

3. 初始化程序的设计

在51汇编集成开发环境下，初始

图3 串行口的初始化设置

化程序的设计可以借助于其中的辅助工具很方便地完成。从[辅助工具]–[初始化设置]–[波特率设置]我们可以打开这个辅助工具（见图3）。

你只要设置好晶振频率，选择工作方式1或工作方式3；设定好所需的波特率，就自动地选择好了定时器1的工作方式，计算出了初值，并给出了参考的初始化程序。你只要将这个参考程序复制到你的应用程序中就可以了。

我们假定单片机系统的晶振频率为6MHz，选择串行口的工作方式为方式1（8位UART，由定时器1作为波特率发生器），数据传输的波特率为600，此时我们得到定时器1应工作在方式2，TH1和TL1的初值均为1AH，参考程序为：

UART初始化：MOV SCON，#50H ；选择串行口的工作方式为方式1

MOV PCON，#00H；选择SMOD=0

MOV TMOD，#20H；定时器1设置为方式2，软件启动

MOV TH1，#E6H；设置TH1的初值为E6H

MOV TL1，#E6H；设置TL1的初值为E6H

CLR ET1；关闭定时器1中断，作为波特率发生器用

；CLR ES；若采用查询方式通讯，需关闭串行口中断

；SETB ES；若采用中断方式通讯，需打开串行口中断

SETB TR1；启动定时器1

由于51汇编集成开发环境可以识别中文，将标号用中文来表示，使程序的可读性更强。

4.查询方式下串行通信程序的设计

若采用查询方式进行串行通讯，在初始化程序中需关闭串行口中断。

（1）发送数据的程序设计

采用查询方式发送数据之前，必须查询标志位TI的状态，当TI=0时，表明串行口未准备好，不可以发送数据；当TI=1时，表明串行口已准备好，可以发送数据。在发送数据前，必须将TI复位。基本流程见图4。

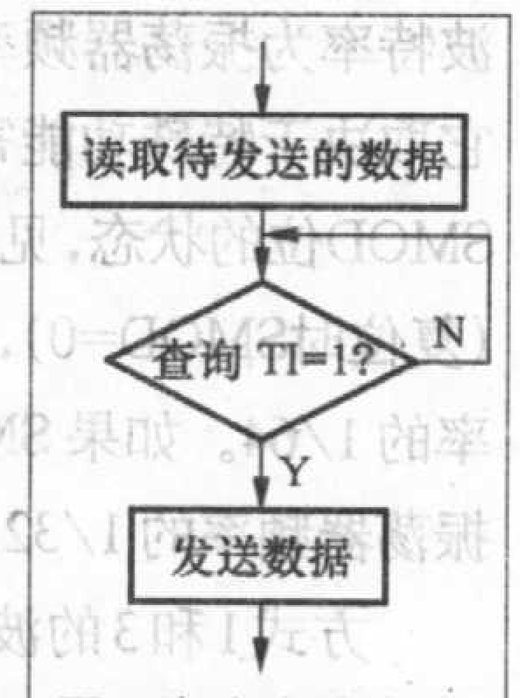


图4 查询方式发送数据的基本流程

下例程序是采用查询方式发送一个数据块的子程序，其入口条件是：待发送数据的起始地址在DPTR中，发送数据的字节数在R6R7中，数据采用偶校验。

发送入口：CLR C

发送：MOVX A，@DPTR ；读取待发送的数据

MOV C，P

MOV TB8，C ；偶校验位传入TB8

SD2：JBC TI，SD3 ；查询TI，等待串行口准备好

AJMP SD2

MOV SBUF，A ；发送数据

SD3：CJNE R6，#0，修改发送指针

CJNE R7，#0，修改发送指针

RET ；数据块发送完，退出发送子程序

修改发送指针：CLR C

MOV A，R7

SUBB A，#1

MOV R7，A

MOV A，R6

SUBB A，#0

MOV R6，A

SD4：INC DPTR

AJMP 发送

（2）接收数据的程序设计

串行口在可靠接收一个字节的数据后，会自动将SCON中的RI置“1”，查询程序就是查询RI中的内容，在RI=1时，将接收到的数据（SBUF中的内容）保存到指定的地址。在接收一个数据块时，其数据块的字节数一般有两种方式确定，一种是事先约定好的固定字节数，另一种是在数据块的开始处用两个字节来指明字节数。

下例程序是采用查询方式接收一个数据块的子程序，其入口条件是：接收数据存放的起始地址在DPTR中，接收数据的字节数事先约定好存放在R6R7中，数据采用偶校验。

接收入口：CLR C

查询：JBC RI，接收 ；查询RI，等待接收的数据到达

AJMP 查询

接收：MOV A，SBUF

偶校验：MOV C，RB8

ANL C，PSW.0

JC保存

MOV C，RB8

ORL C，PSW.0

JNC 保存

LJMP ERR2 ；转出错处理

保存：MOVX @DPTR，A

INC DPTR

DJNZ R7，查询

DJNZ R6，查询

RET

ERR2： ......；出错处理

5.中断方式下串行通信程序的设计

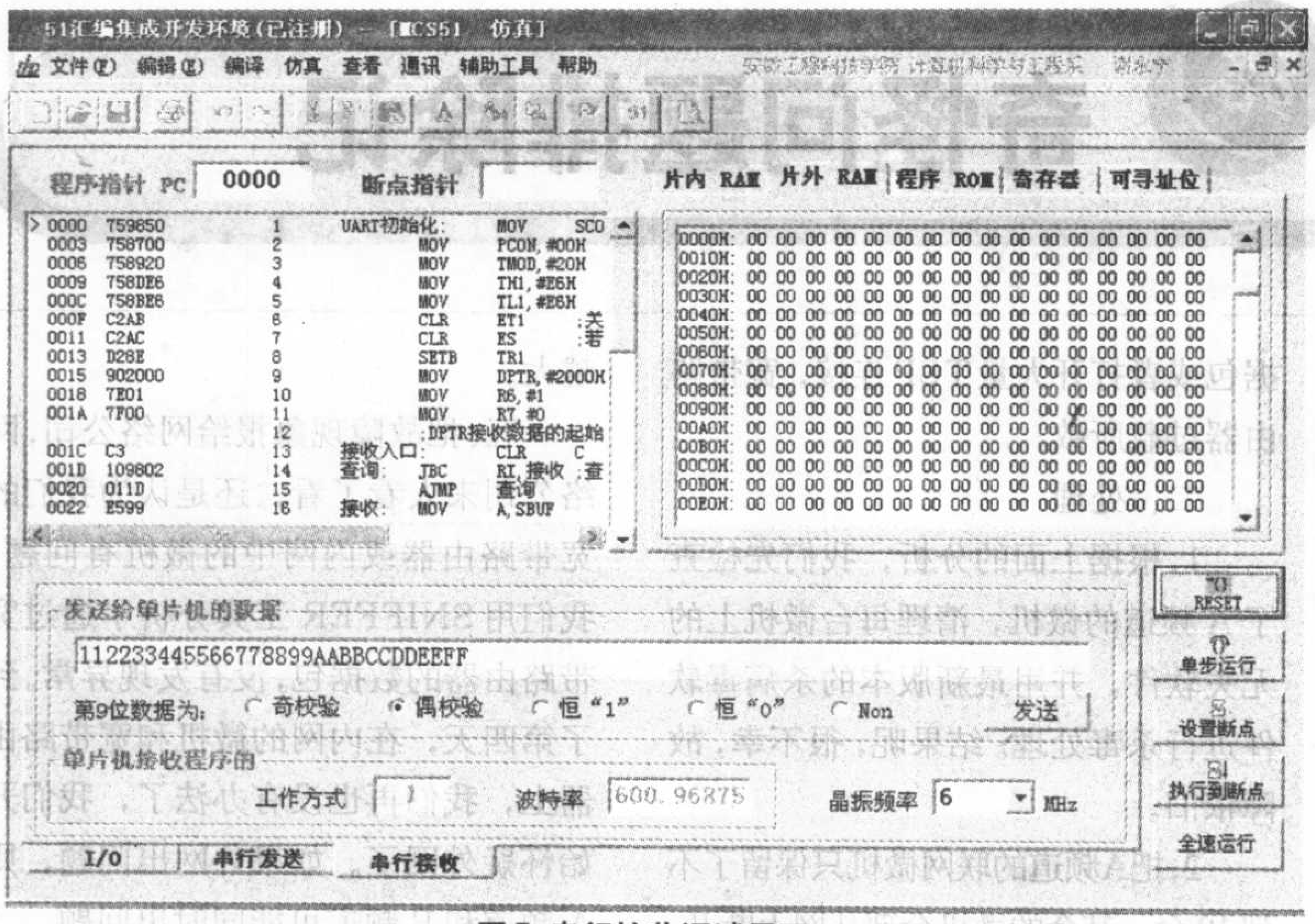


图5 串行接收调试界面

采用中断方式进行串行通信，应在初始化程序中打开串行口中断。若串行口已准备好，可以发送数据时，TI=1，就引发中断；若串行口可靠接收了一个字节的数据后，RI=1，也引发中断。数据的接收与发送是在中断的服务过程中完成的。

由于RI与TI共用一个中断入口，所以在进入中断服务时必须查询RI或TI，以确定发送数据还是接收数据，此外，由于RI与TI不能自动清除，所以在中断服务程序中还必须清除RI或TI标志。

下例是发送与接收数据的中断服务程序。设待发送数据在R0所指向的单元中，接收的数据存放在R1所指向的单元中，发送与接收的数据均采用偶校验。

```
串行中断入口：JBC    RI,接收
    ;若为RI中断，转接收数据，同时清除RI
发送：CLR       TI;TI中断，清除TI，准备发送数据
      MOV       A, @R0; 读取待发送的数据
      MOV       C, P
      MOV       TB8, C
    ；偶校验位传入TB8
      MOV       SBUF, A;
      RETI
接收：MOV       A,SBUF
偶校验：MOV     C,RB8
      ANL       C,PSW.0
      JC 保存
      MOV       C,RB8
      ORL       C,PSW.0
      JNC       保存
      LJMP      ERR2 ；转出错处理
保存：MOV       @R1,A
      RETI
```

6.仿真调试

程序设计好了，其功能是否正确，能否满足实际的需要呢？在51汇编集成开发环境中，可以很方便地对串行通信程序进行仿真调试。

打开仿真界面后，在接口仿真区选择[串行接收]，就可以调试接收程序了，见图5。

选择好晶振频率，在发送数据文本框中输入一批数据，然后让程序全速运行，单击[发送]。如果接收程序无误，则立即显示出串行口的工作方式和波特率，同时，在程序设定的地址下，应该能够看到读入的数据。

打开仿真界面后，在接口仿真区选择[串行发送]，就可以调试发送程序了，见图6。

选择好晶振频率，让程序运行。如果发送程序无误，则立即显示出串行口的工作方式和波特率，同时能够看到单片机发送的数据。

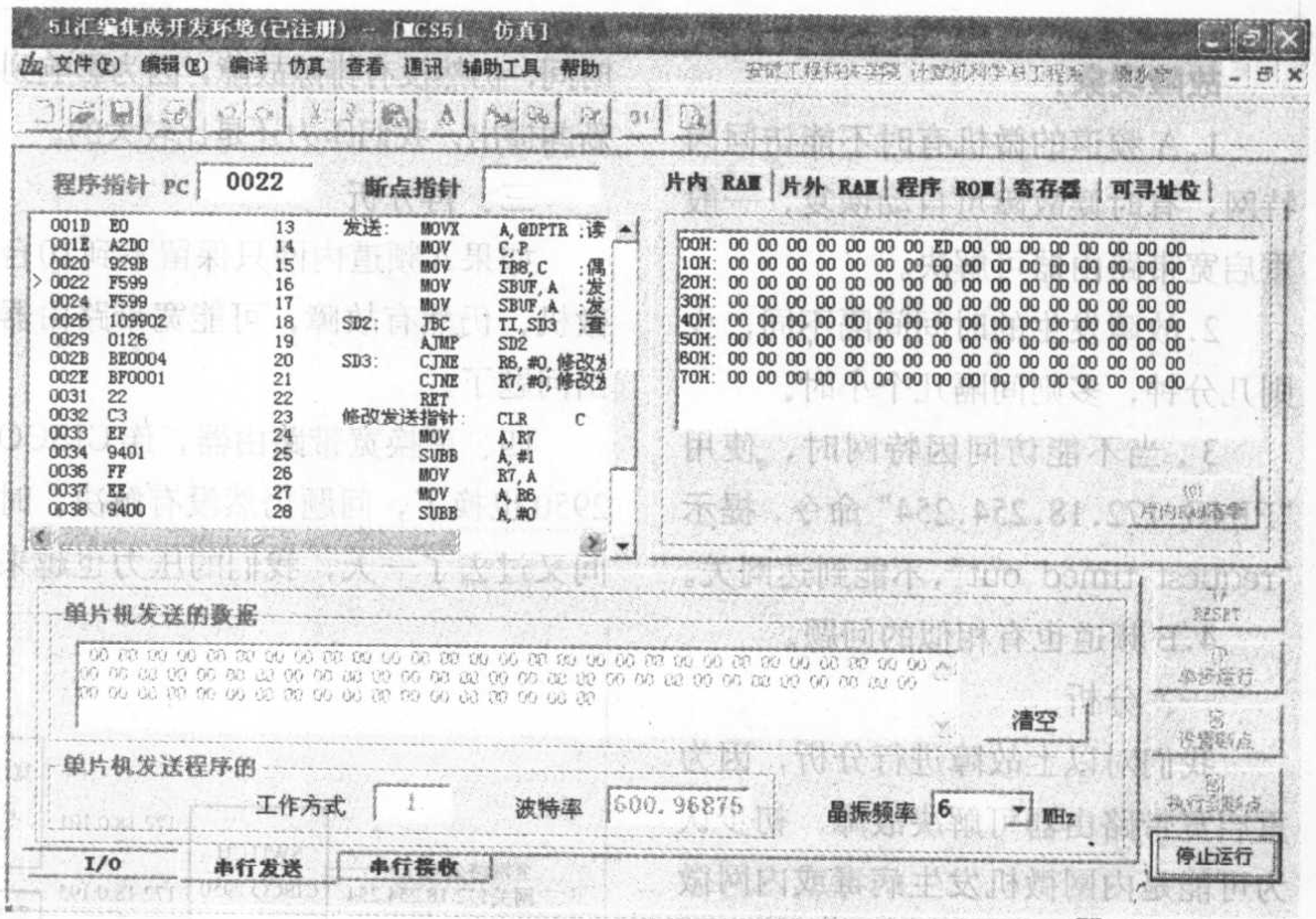


图6 串行发送调试界面

办公网络 奇怪问题排除记

文/樊培彩　张艳霞

笔者工作的广播电台的办公网出现了故障，之所以说奇怪问题，是我们排除故障的过程比较曲折，一个在理论上很简单的问题，在实际工作中却不容易发现，写出来，作为经验，供同行参考。

网络如图1所示。我台的办公网主要用于访问因特网以获取新闻、下载资料、收发邮件等，每个频道有20台微机，所有的用户必须通过宽带路由器进行NAT转换才能访问外网，宽带路由器没有启用任何防火墙功能。

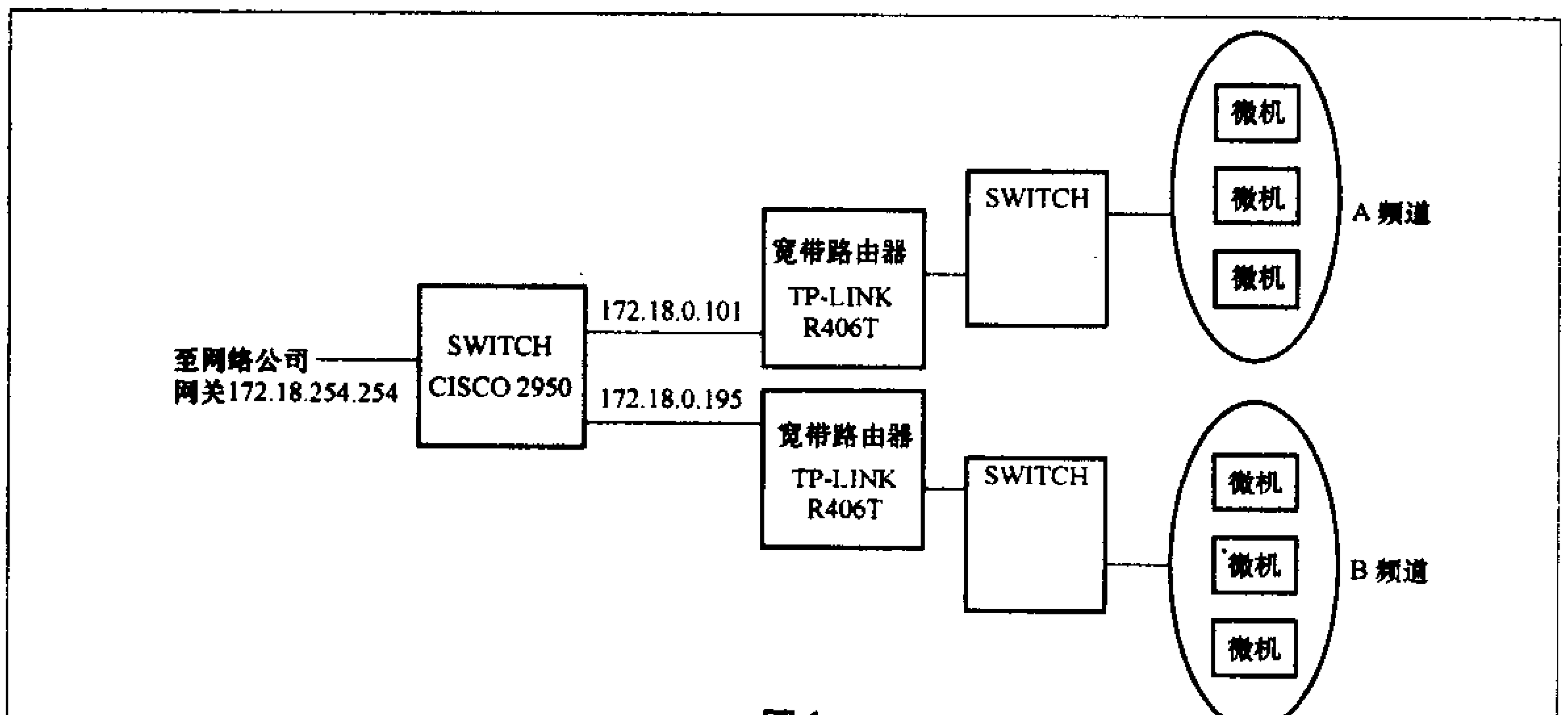


图1

故障现象：

1.A频道的微机有时不能访问因特网，有时候故障可自动恢复，一般重启宽带路由器可解决。

2.故障发生的时间间隔不同，少则几分钟，多则间隔几个小时。

3.当不能访问因特网时，使用“PING 172.18.254.254”命令，提示“request timed out”,不能到达网关。

4.B频道也有相似的问题。

一、分析

我们对以上故障进行分析，因为重启宽带路由器可解决故障，初步认为可能是内网微机发生病毒或内网微机用了电驴、BT等软件，产生大量数据包或者打开大量TCP连接，宽带路由器过载所致。

二、处理

1.根据上面的分析，我们先检查了A频道的微机，清理每台微机上的无关软件，并用最新版本的杀病毒软件进行杀毒处理。结果呢，很不幸，故障依旧。

2.把A频道的联网微机只保留了不到10台，其余的微机全部从网上断开，结果，还是故障依旧。处理故障用了2天时间，仍然没有排除故障，因为影响到新闻播出，我们压力还是比较大的。

三、再分析

如果A频道内网只保留不到10台微机，仍然有故障，可能宽带路由器出问题了。

四、更换宽带路由器，连CISCO 2950也换了，问题仍然没有解决。时间又过去了一天，我们的压力也越来越大。

五、把故障现象报给网络公司，网络公司来人看了看，还是认为我们的宽带路由器或内网中的微机有问题。我们用SNIFFER工具分析了通过宽带路由器的数据包，没有发现异常。到了第四天，在内网的微机和宽带路由器上，我们再也没有办法了，我们开始怀疑外网了。如果外网出问题，则A频道和B频道可能同时出问题。

六、等待出现长时间故障。因为有时候故障会在几十秒的时间里自动恢复，我们来不及检查两个频道故障又恢复了，所以只能等待长时间的故障。功夫不负有心人，经过耐心的等待，有了重大发现，两个频道的微机同时出现故障。为了进一步验证故障，我们把网络进行简单改造，如图2所示，发现A频道的微机和微机B同时出现故障。

真相终于大白，问题不在内网，经过网络公司检查，是网线头接触出了问题。网线头接触不好导致了网络的时通时断，结果给我们造成了错觉，以为重启宽带路由器就可以解决故障。实际上，在重启宽带路由器的时间里，网络已经自动连接了。一个在理论上很简单的问题，在实际工作中却不容易发现，浪费了我们一个星期的时间，我们承受了极大的压力，希望同行们从中吸取经验。

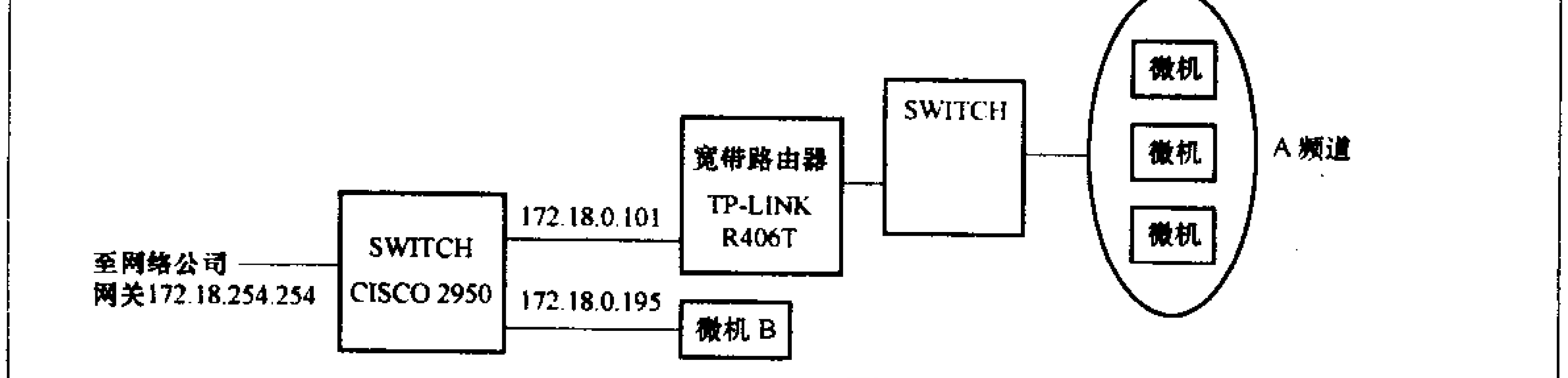


图2

DV摄录机的结构和原理（2）

DV数码摄录机的基本性能

文/韩广兴

1. 全数字记录方式

DV数码录像机是将视频图像信号和伴音音频信号进行数字化变成数字信号，然后进行数据压缩和编码等处理，记录在磁带上的信号是数字信号。在播放时再对重放的数字信号进行解码和解压缩处理，还原成原数字信号，最后可以直接输出数字视频、音频信号，也可以经D/A变换器变成模拟的视频、音频信号送给彩电或送给其他音像设备。这种录像机机芯的体积很小，很适合与数码摄像机组合在一起构成数码摄录机。数字图像的记录方式如图1所示。摄像部分将摄取的图像和伴音直接变成数字信号，送到录像机部分，然后将数字信号记录在磁带上。由于记录在磁带上的信号是数字式的，因而在信号的传输、复制或编辑后不会使图像质量下降，这是数码录像机的最大优点。

数码摄录机的普及大大扩展了它的应用范围，数码摄录机的功能方框如图2所示，景物图像经镜头、摄像元件（CCD）和图像信号处理集成电路可以变成数字视频、静止图像等。数字视频图像信号经误码校正电路、编码电路、记录

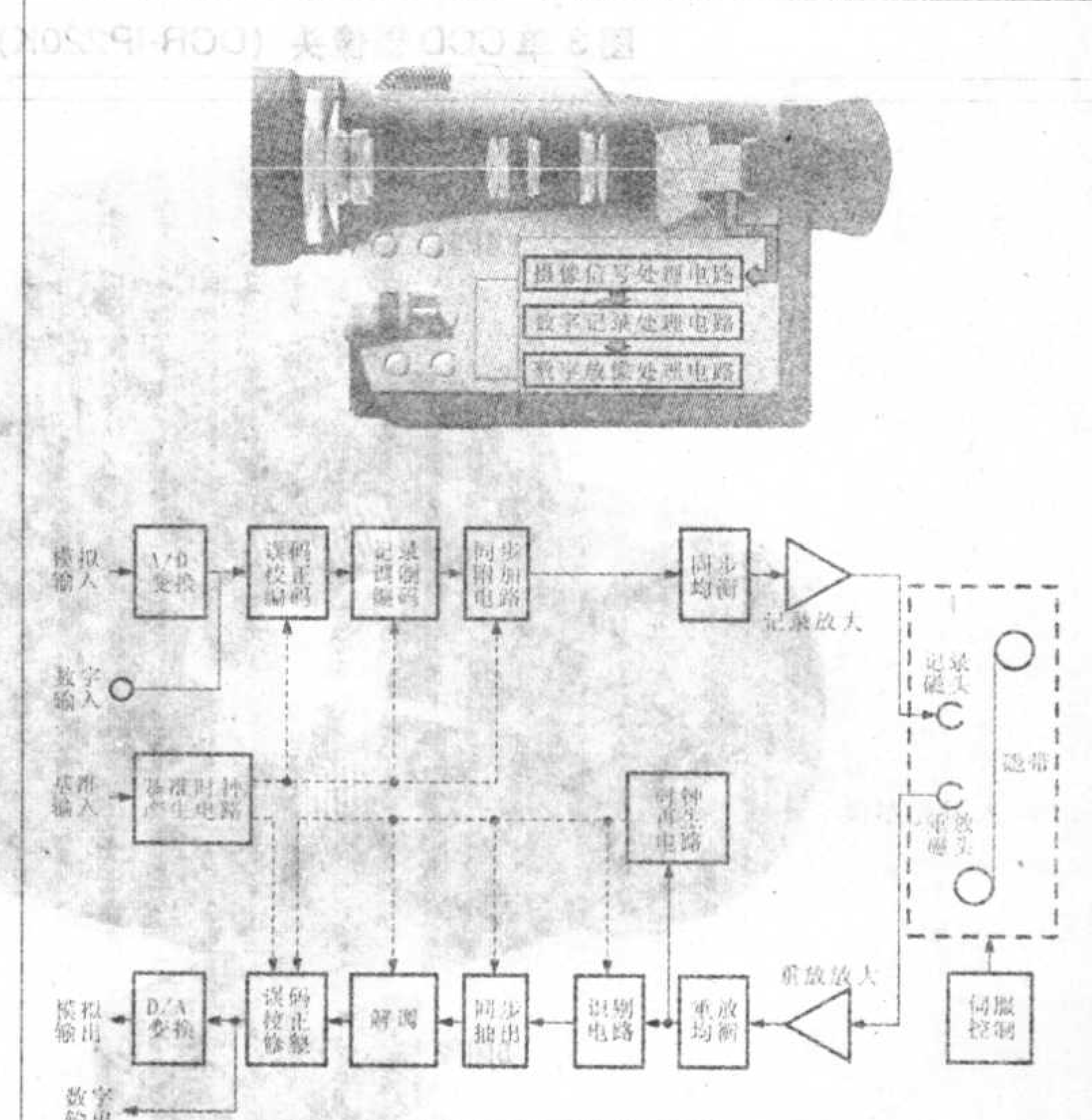


图2 数字摄录机的信号处理过程

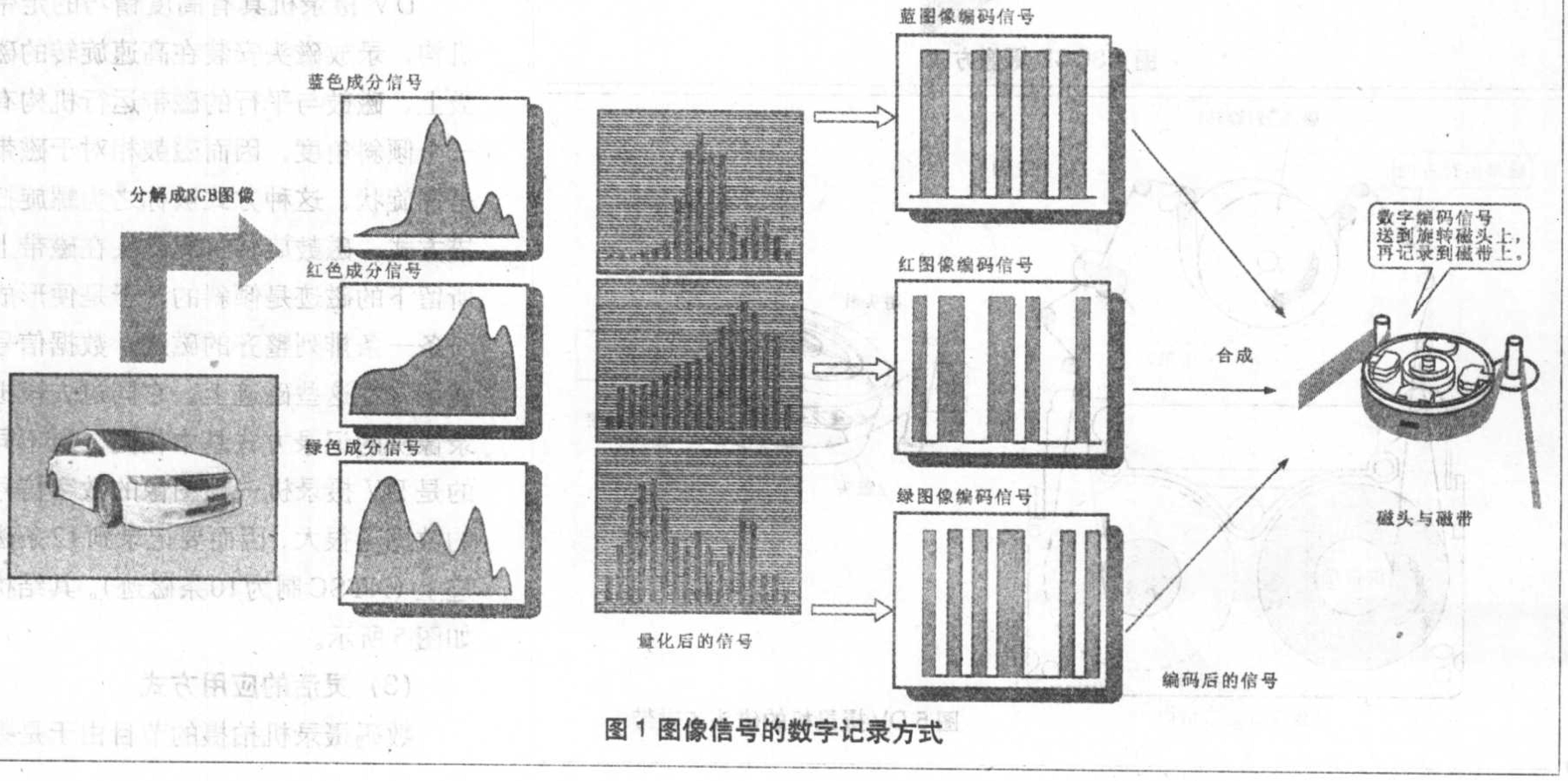


图1 图像信号的数字记录方式

图3 单CCD摄像头（DCR-IP220K）

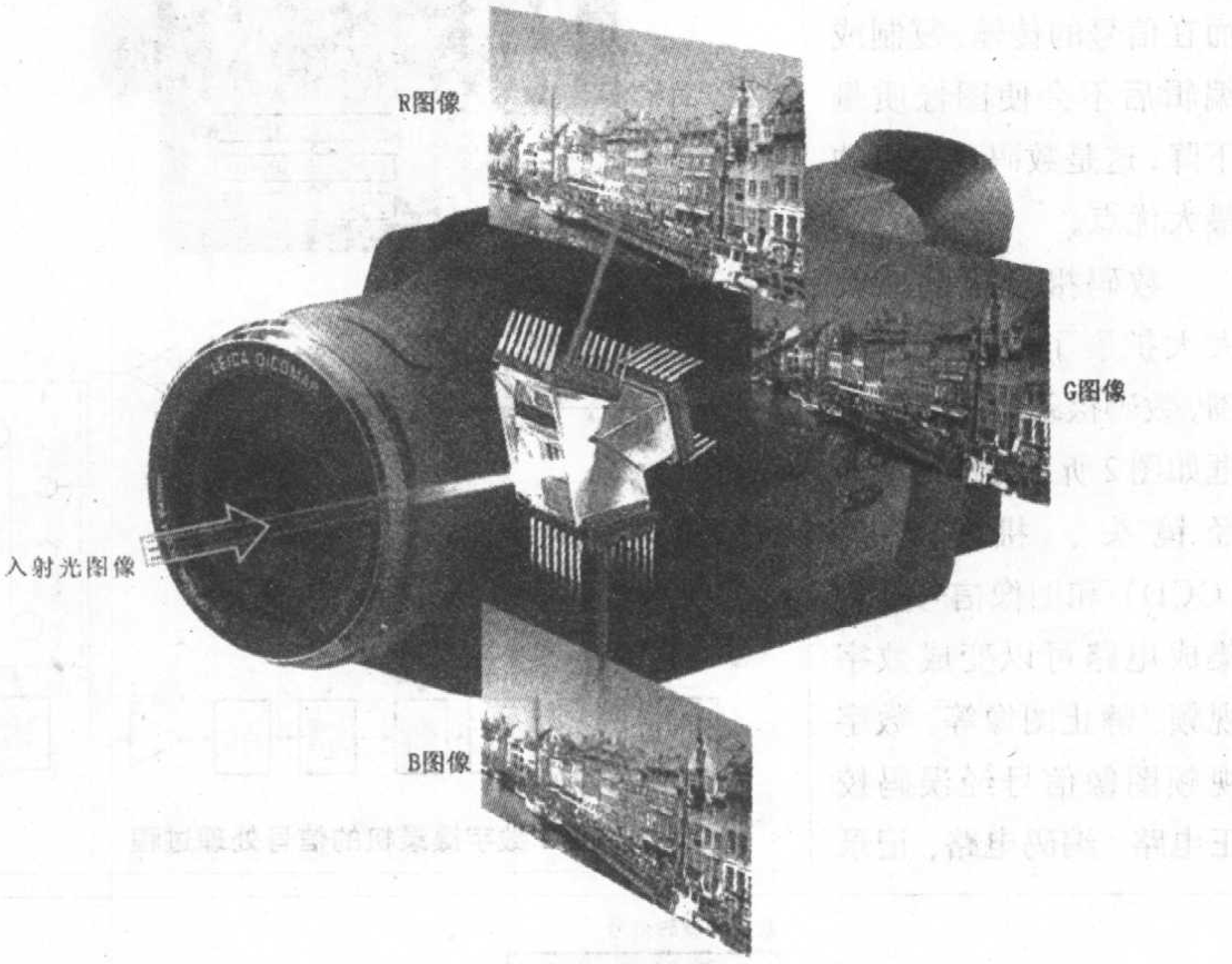


图4 3CCD摄像方式

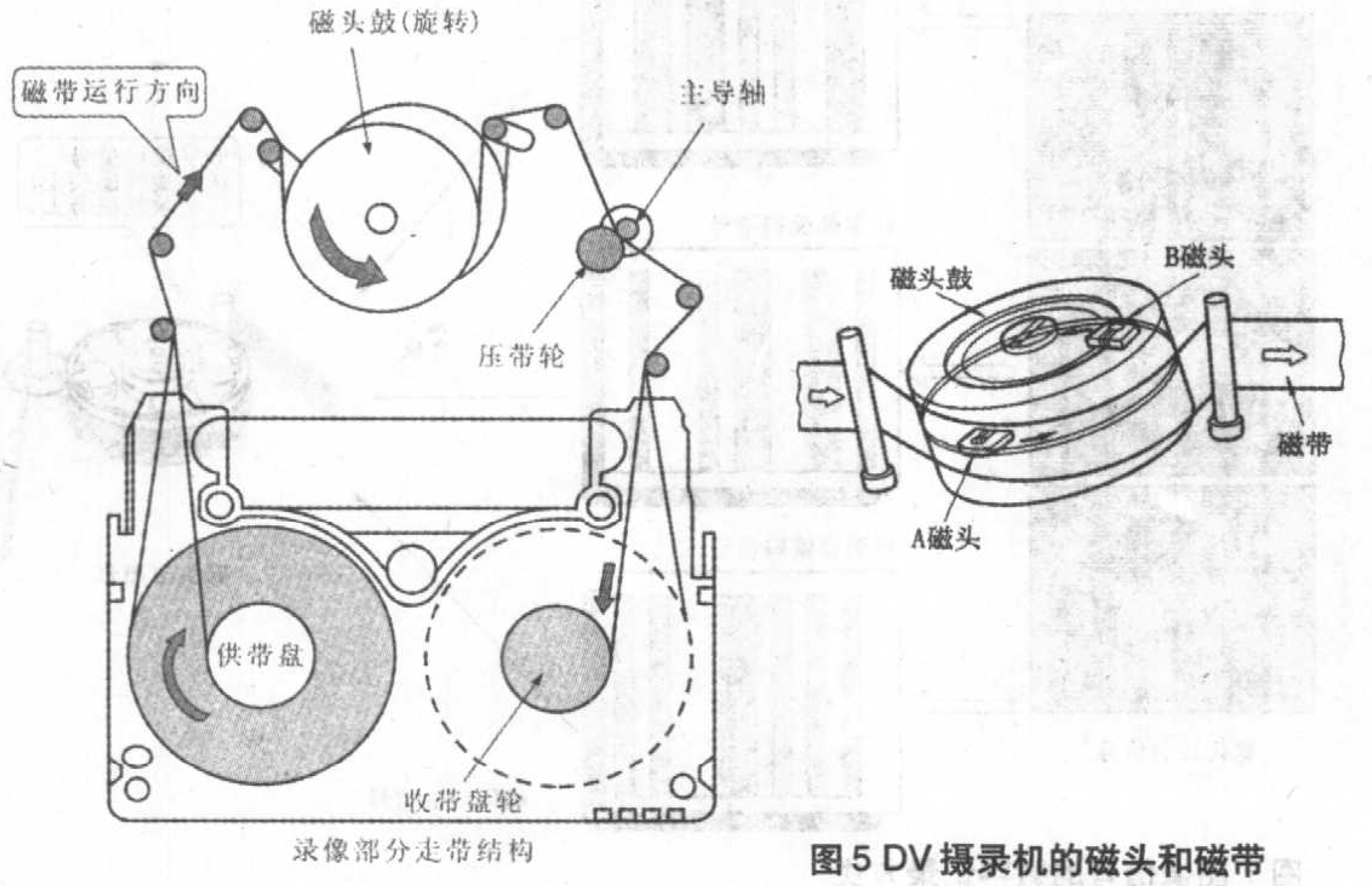


图5 DV摄录机的磁头和磁带

调制编码电路、同步附加电路、数字伴音同步均衡和记录放大电路处理后，将数字信号记录到磁带上。静止图像记录到存储卡上。

重放时，磁带上的数字信号经磁头读取后，在经放大、均衡、识别、同步抽出、解调、误码校正和修正处理后输出数字视频和音频信号。在摄录机中还设有A/D和D/A变换器，可以输入模拟信号，也可以输出模拟信号。

2．高度精巧的机芯结构

（1）精巧的摄像头

摄像部分是摄录机的关键部分，图3是小巧精密的摄录机的摄像头部分。它是单CCD结构，它将摄像元件、摄像信号处理电路、控制电路、编码电路等制成一个组件。

图4是3CCD摄录机的光电变换部分的功能示意图，景物的入射光由分光棱镜分解成R、G、B三基色光图像，分别由三个CCD变成三个基色的图像信号输出，三个信号分别处理后再进行矩阵处理和亮度、色度信号的数字处理。这种方式亮度、色度信号相互干扰较小、图像质量较高。

（2）精密的机芯

DV摄录机具有高度精巧的走带机构，录放磁头安装在高速旋转的磁鼓上，磁鼓与平行的磁带运行机构有一个倾斜角度，因而磁鼓相对于磁带呈螺旋状，这种方式被称之为螺旋扫描方式，磁鼓旋转一周磁头在磁带上所留下的磁迹是倾斜的，于是便形成一条一条排列整齐的磁迹，数据信号就记录在这些磁迹上。它同过去模拟录像机的记录方式基本相同，所不同的是DV摄录机一帧图像的数字信号的数据量很大，因而要记录到12条磁迹上（NTSC制为10条磁迹）。其结构如图5所示。

（3）灵活的应用方式

数码摄录机拍摄的节目由于是数

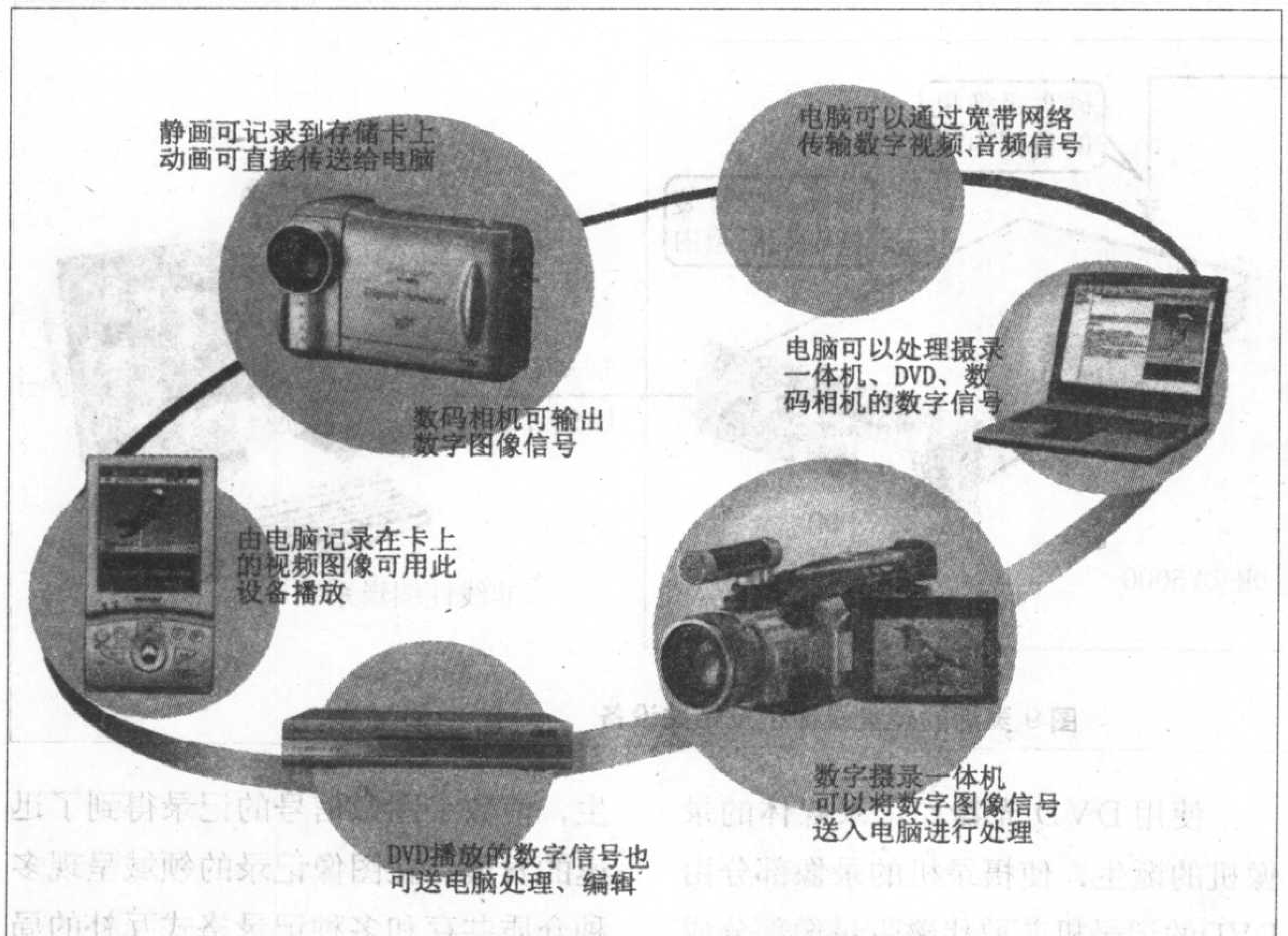


图6 数码摄录机与其他数字设备

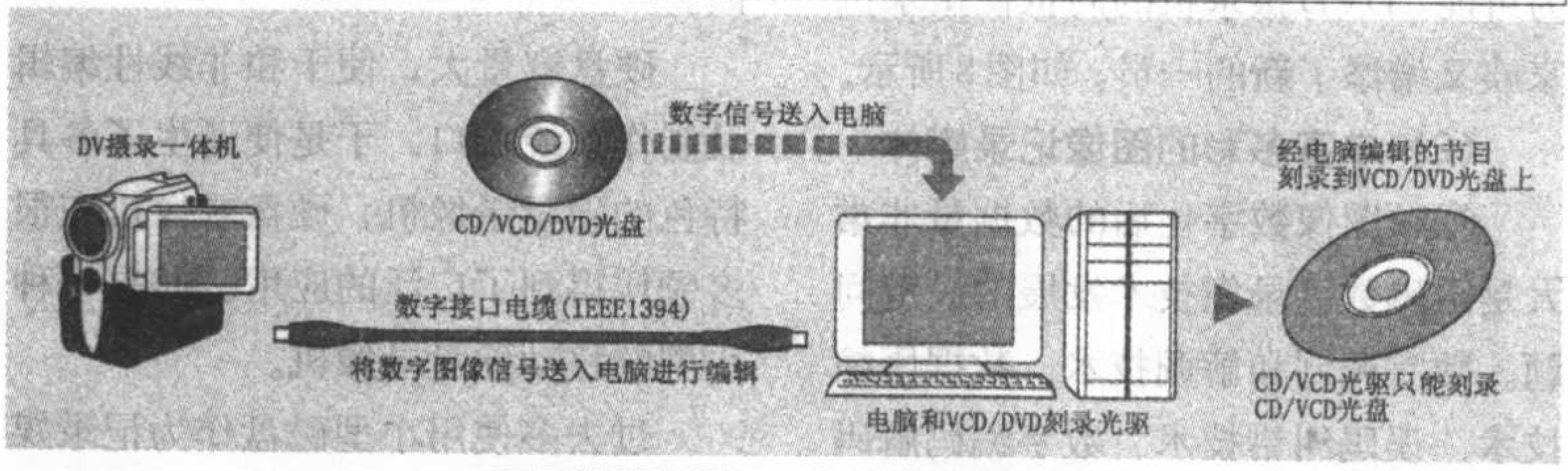


图7 数码摄录机、电脑和光盘刻录

字式的,因而它可以通过网络传输,可以由计算机处理,也可以与其他相关设备进行信息传输、处理和应用,如图6所示。

数码摄录机可以输出数字视频和音频信号,可通过专用数字接口(IEEE1394)直接与电脑相连,对数字视频进行处理(电脑需要安装相应的软件),经处理后的数字信号可以送回摄录机记录到磁带上也可以刻录成光盘。可将摄录机拍摄的节目制成永久保存的VCD或DVD光盘,如图7所示。

3. DV数字系统的特性

(1) DV机的格式

DV是一种用来记录数字视频的压缩格式,也是一种数字视频格式,它可以将DCT(离散余弦变换)变换后的数字视频信号记录到录像带上。Panasonic的DVCPRO25、DVCPRO50系列,SONY的DVCAM,JVC的Digital-S等,很多厂家的产品都采用了DV格式,经过检测,DV产品的视频质量能够和SONY的Betacam SP(广播电视领域使用的机型)相媲美,其视频质量完全能达到专业级水平。因而DV产品在市场中的应用领域也越来越大。

(2) DV机的图像质量好

①清晰度高

S-VHS、Hi8等录像机的模拟信号清晰度一般在250-420线,而DV是记录方式的数字信号,清晰度可到500线以上。

②色彩纯正

DV的色度、亮度比普通的模拟摄像机高出6倍。而色度、亮度信号的带宽是决定清晰度的首要因素,DV机采用的数据处理方法及处理标准,能保证DV机的色彩纯正,亮度清晰,图像可达到专业级标准。由于DV机采用的是一种数字压缩格式,所以可以多次翻录复制,影像无损失。

(3) DV的码流

DV的码流是25Mbit/s,也就是说,1分钟的DV素材在PC上的容量就是200MB左右,2G的空间可以容纳9.5分钟的DV素材,因而编辑DV节目的电脑需要配置较大空间的硬盘。

流行数码摄录机的性能比较见表1,各种数码机的图像质量比较见表2。

4. 新型数码影像技术产品

表1 DV、DVCAM、DVCPRO和DVCPRO50录像机的性能比较

	DV	DVCPRO		DVCAM
		DVCPRO25	DVCPRO50	
亮度信号(Y)采样频率	13.5MHz	13.5MHz		13.5MHz
Y/R-Y/B-Y信号采样比	720 × 480 4:1:1(NTSC)	720 × 480 4:1:1(NTSC)	720 × 480 4:1:1(NTSC)	720 × 480 4:1:1(NTSC)
	720 × 480 4:1:1(PAL)	720 × 480 4:1:1(PAL)	720 × 480 4:1:1(PAL)	720 × 480 4:1:1(PAL)
量化比特	8	8		8
压缩方式	DV	DV		DV
压缩比	5:1	5:1	3:3:1	5:1
流码	25Mbit/s	25Mbit/s	50Mbit/s	25Mbit/s
音频	16bit/48kHz 2通道	16bit/48kHz 2通道	16bit/48kHz 2通道	16bit/48kHz 2通道
	12bit/32kHz 4通道	12bit/32kHz 4通道	12bit/32kHz 4通道	12bit/32kHz 4通道

表2 常用录像机视频格式图像质量的比较

视频格式	图像质量等级(分数)
D-5(10-bit)未压缩数字格式	10
D-1(8-bit)未压缩数字格式	9.9
Digital Betacam, AmpexDCT	9.7
D-9(Digital-S), DVCPRO50	9.6
DV, DVCAM, D-7(DVCPRO), Digital8	9
M Ⅱ, Betacam SP	8.9
1" Type C(1英寸 C格式)	8.7
3/4" SP(BVU录像机)	6.5
3/4", Hi8, SVHS(专用录像机)	5
Video 8, Betamax(家用录像机)	4
VHS(家用录像机)	3

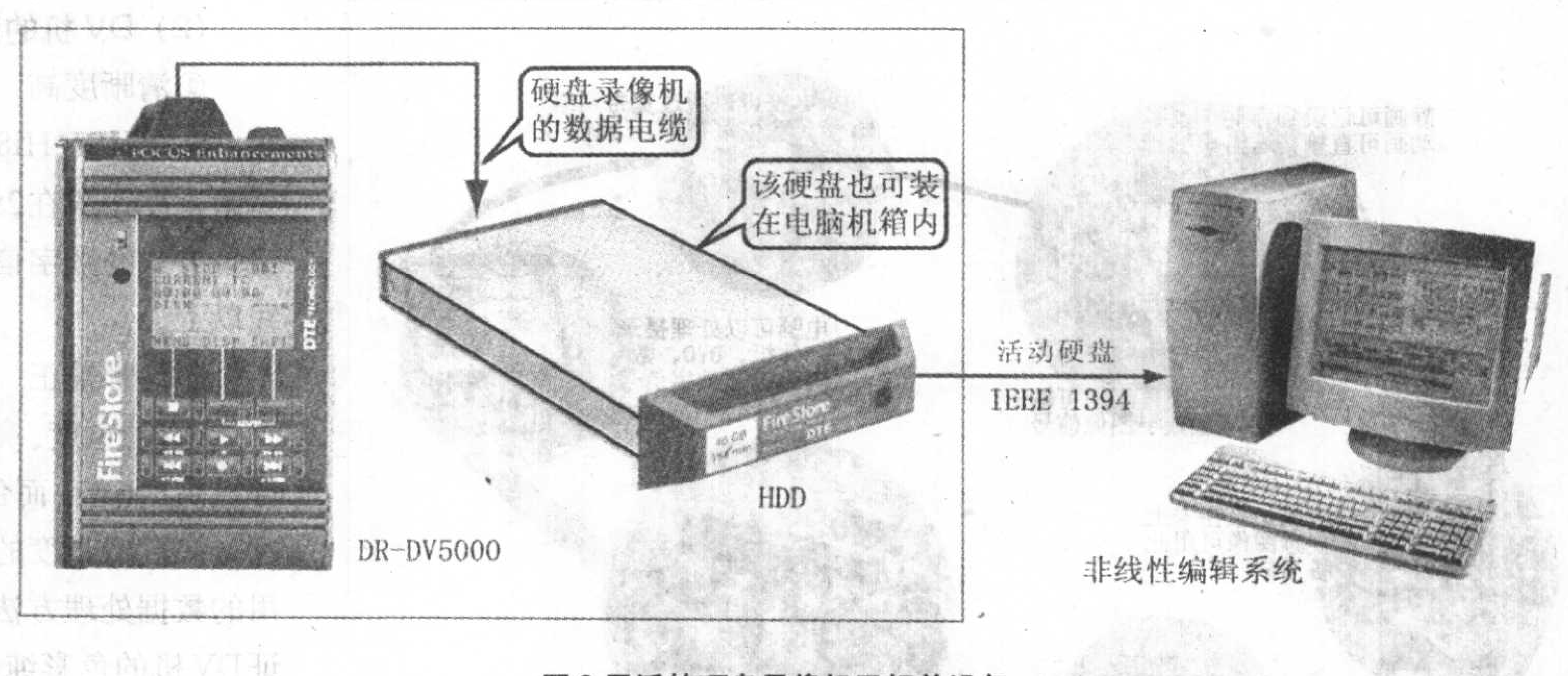


图9 灵活的硬盘录像机及相关设备

（1）数码光盘摄录机

在家用电子产品数字化的进程中，VCD视盘机（播放型）的商品化将数字技术送到了千家万户，使普通百姓也迅速置身于数字化革命的浪潮之中。这是中国的广大生产者和亿万用户共同创造的辉煌成果，极大地促进了数字化软件和硬件技术的发展。几年间VCD数字视盘机的普及速度超过了任何一种电子产品。VCD视盘机普及只不过使中国的生产者跻身数字世界的切入点。接着质量和性能更好的DVD、EVD视盘机和相关产品也很快地走向市场。而以光盘作为记录介质的光盘录像机也纷纷亮相，迅速地从实验室走向市场，给急待升级的录像机行业带来了新的活力。采用光盘、硬盘、存储卡为媒体的摄录机也随之问世，大大扩展了摄录机的用武之地。

使用DVD光盘作记录媒体的录像机的诞生，使摄录机的录像部分由DVD的记录机芯取代磁带录像部分成为可能，DVD摄录机的问世使摄录机家族又增添了新的一员，如图8所示。

（2）丰富多彩的图像记录媒体

视频图像数字化后的数据量非常大是阻碍数字录像技术发展的关键问题。数字调制和解调技术、数据压缩技术、误码纠错技术、数字编码解码技术的标准化为信号处理集成电路的制作提供了技术支持。由于数据压缩技术的成熟和数字处理集成电路的诞生，使数字图像信号的记录得到了迅速的发展。在图像记录的领域呈现多种介质共存和多种记录格式互补的局面。

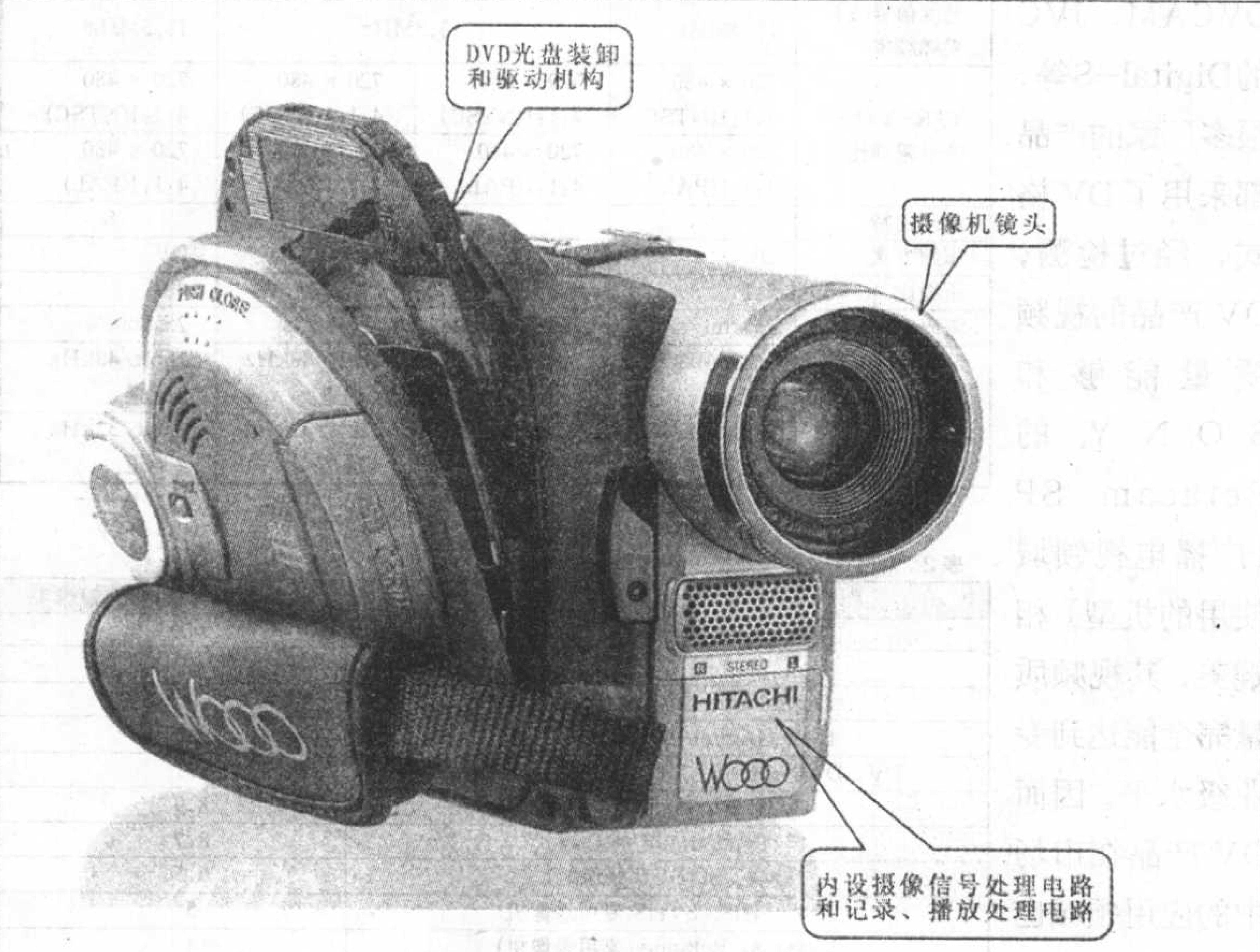


图8 DVD摄录机及其相关设备

硬盘容量大，便于和非线性编辑及制作系统接口。于是便诞生了各具特色的硬盘录像机，硬盘录像机在很多领域得到了广泛的应用。图9是一种小型的移动硬盘录像机。

过去多使用小型磁盘作为记录媒体，如FD、HD、MO作为计算机的辅助记录媒体。目前小型大容量半导体存储器的系列化和标准化，广泛应用于静画的记录和存储。例如摄录一体机除使用磁带作图像记录外，精彩的静画可以记录到半导体存储卡上，每一个半导体存储卡可以记录百余张静画，将存储卡取下来插到电脑上就可以利用计算机进行图像处理，数字相机也可以将所拍的数字照片转存到半导体存储卡上，也可以利用多媒体计算机或笔记本电脑进行图像处理，这给图像的记录、存储、处理、传输等提供了极大的方便。半导体存储器的广泛应用有赖于JPEG数据压缩方式及其信号处理技术的标准化，JPEG是国际统一的图像压缩标准，它采用帧内压缩方式，主要用于静止图像的压缩处理。

常用EEPROM以I²C总线连接单片机的编程方法

文/温正伟

EEPROM是“Electrically Erasable Programmable Read-only”(电可擦写可编程只读存储器）的缩写，EEPROM在正常情况下和EPROM一样,可以在掉电的情况下保存数据,所不同的是，它在特定引脚上施加特定电压或使用特定的总线擦写命令就可以在在线的情况下方便地完成数据的擦除和写入,这个特点使EEPROM被用于广阔的消费领域，如汽车、电信、医疗、工业和个人计算机相关的市场，主要用于存储个人数据和配置/调整数据。EEPROM又分并行EEPROM和串行EEPROM，并行EEPROM器件虽然有很快的读写速度，但要使用很多电路引脚，串行EEPROM器件功能上和并行EEPROM基本相同，却可以提供更少的引脚数、更小的封装、更低的电压和更低的功耗，是现在使用的非易失性存储器中灵活性最高的类型。串行EEPROM按总线分，常用的有I²C、SPI、Microwire总线。本文将介绍这三种总线连接单片机的编程方法。

I²C总线

I²C总线（Inter Integrated Circuit内部集成电路总线）是两线式串行总线，仅需要时钟和数据两根线就可以进行数据传输，仅需要占用微处理器的2个I/O引脚，使用时十分方便。I²C总线还可以在同一总线上挂多个器件，每个器件可以有自己的器件地址，读写操作时需要先发送器件地址，该地址的器件得到确认后便执行相应的操作，而在同一总线上的其他器件不做响应，称之为器件寻址，这个原理就与我们打电话的原理相当。I²C总线产生于上世纪80年代，由PHILIPS公司开发，早期多用于音频和视频设备，如今I²C总线的器件和设备已多不胜数。最常见的采用I²C总线的EEPROM也已被广泛使用于各种家电、工业及通信设备中，主要用于保存设备所需要的配置数据、采集数据及程序等，如电视机中用于保存频道信息，电脑内存条中保存内存大小等相关信息，汽车里用于保存里程信息等。生产I²C总线EEPROM的厂商很多，如ATMEL、Microchip公司，它们都是以24来开头命名芯片型号，最常用的是24C系列。24C系列从24C01到24C512，C后面的数字代表该型号的芯片有多少K的存储位。如ATMEL的24C64，存储位是64K位，也就是说可以存储8K（8192）字节，它支持1.8V~5V电源，可以擦写1百万次，数据可以保持100年，使用5V电源时时钟可以达到400kHz，并且有多种封装可供选择。图1就是ATMEL 24C64芯片的PID封装和用于内存条SPD(Serial Presence Detect)上的24芯片。

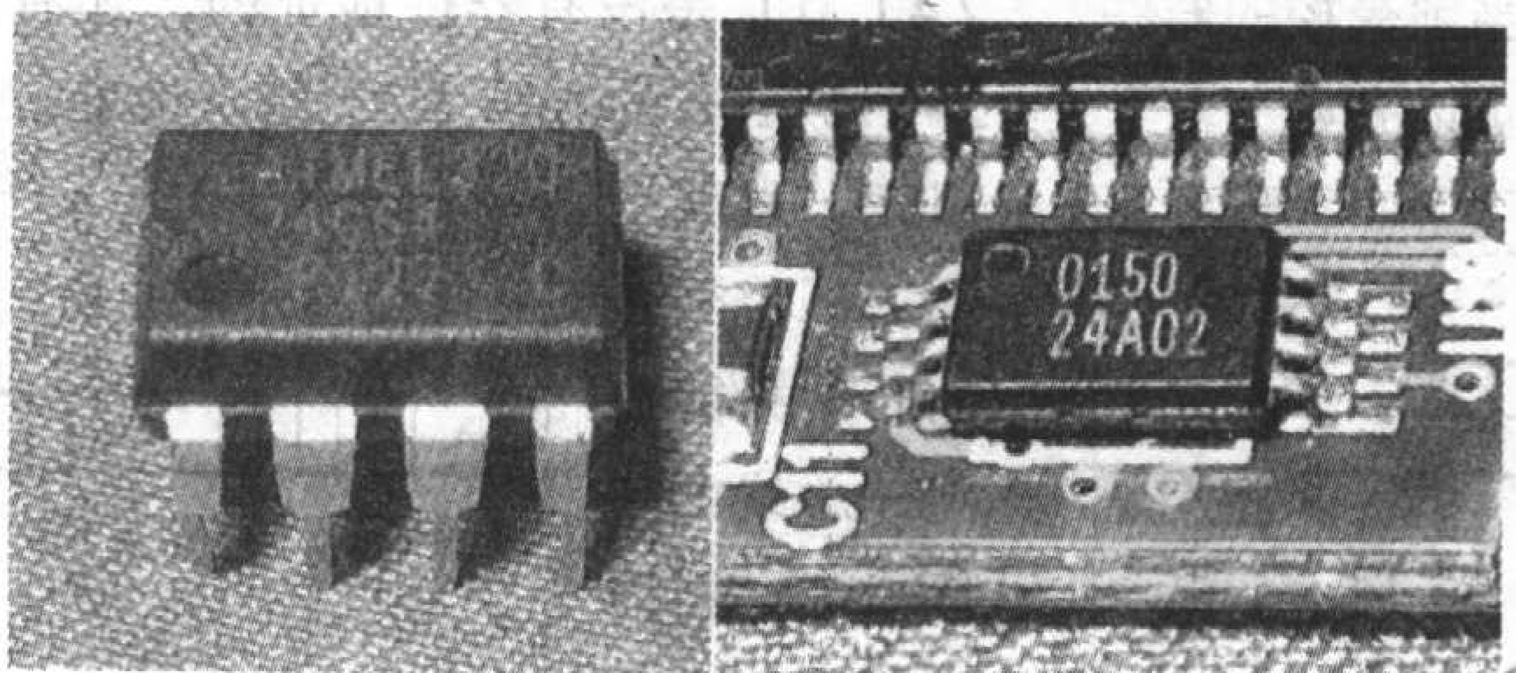


图1

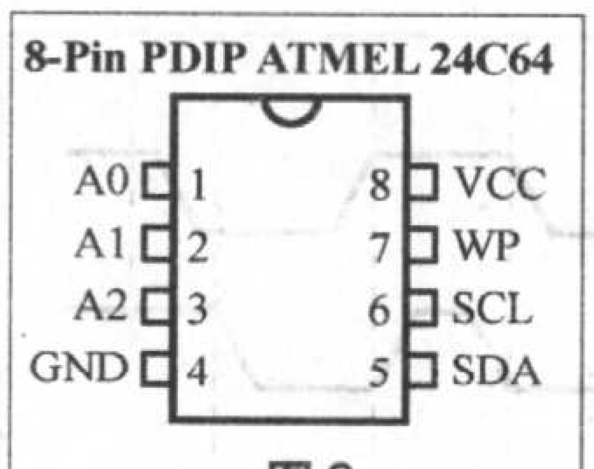


图2

图2是ATMEL公司24C64的引脚定义图。A0~A2用于设置芯片的器件地址，在同一总线上有多个器件时，可以通过设置A0~A2引脚来确定器件地址。SDA是串行数据引脚，用于在芯片读写时输入或输出数据、地址等，这个引脚是双向引脚，它是漏极开路的，使用时需要加上一个上拉电阻。SCL脚是器件的串行同步时钟信号，如果器件是使用在单片机系统中，那么SCL脚应该由单片机控制，根据单片机的程序要求产生串行同步时钟信号，控制总线的存取。WP脚是写保护脚，当这个脚接入高电平时，芯片中的数据均处于禁止写入状态（所禁止的地址段要看各芯片的详细资料），当把WP脚接到地线时，芯片处于正常的读写状态。当一个电路正常使用时是不允许程序修改EEPROM中的数据的，除非在维护设置时才可以修改数据。只有在特定的电路状态下，在电路上设置WP跳线或用微处理器对WP进行控制，才可以更改数据。

要在单片机系统中用I²C总线的EEPROM作存储设备时，先要了解I²C总线的基本驱动方法。在I²C总线空闲时，SDA和SCL应为高电平，也只有

在这个条件下，微处理器才可以控制总线进行传输数据。在数据传输刚开始时，总线要求有一个START（开始位）位作为数据开始的标识，它的要求是，SCL为高电平时，SDA有一个从高到低的电平跳变动作，完成这个动作后才可以进行数据传输，时序图参看图3“开始”部分。传输数据时，

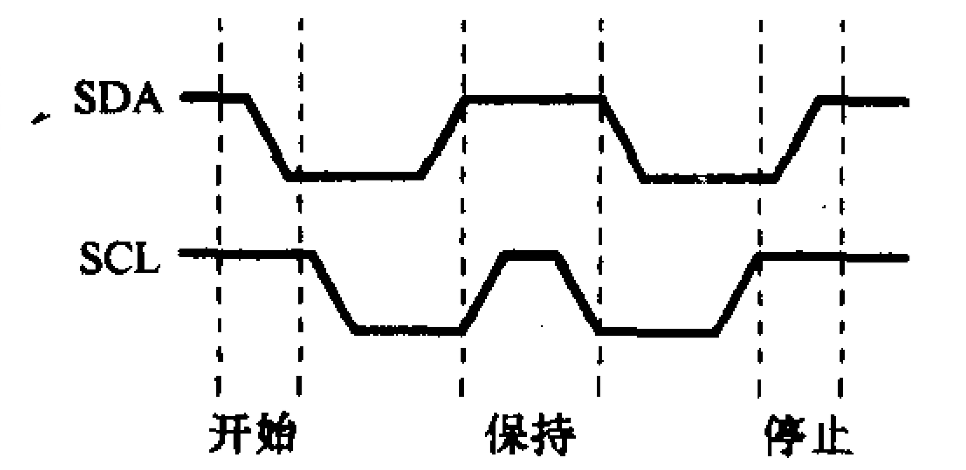


图3

只有在SCL为高电平时，SDA上的电平为有效数据。编写单片机向总线送数据程序时，则可以在SCL还在低电平时，把数据电平送到SDA，然后拉高SCL，这时SDA不应有电平跳变，延时后拉低SCL，再进行下一位的数据传送直到完成。在总线上读数据时也是只有在SCL为高电平时，SDA为有效数据。时序参看图3“保持”部分。传送数据完成后，总线要有一个STOP（结束位）位，来通知总线本次传输已结束，它的要求是，SCL为高时，SDA有一个从低到高的电平跳变动作，正好和START位相反。在编程时要注意：不要在SCL为高电平时改变SDA的电平状态，否则可能会被误认为是停止位，而使得操作失败。

I²C总线每接收完一个字节（8个二进制位）后，在第9个时钟信号时，会在SDA上回应一个低电平的ACK应答信号，以此表明当前受控的器件已接收完一个字节，可以开始下一个字节的传送了。时序图可以参看图4。

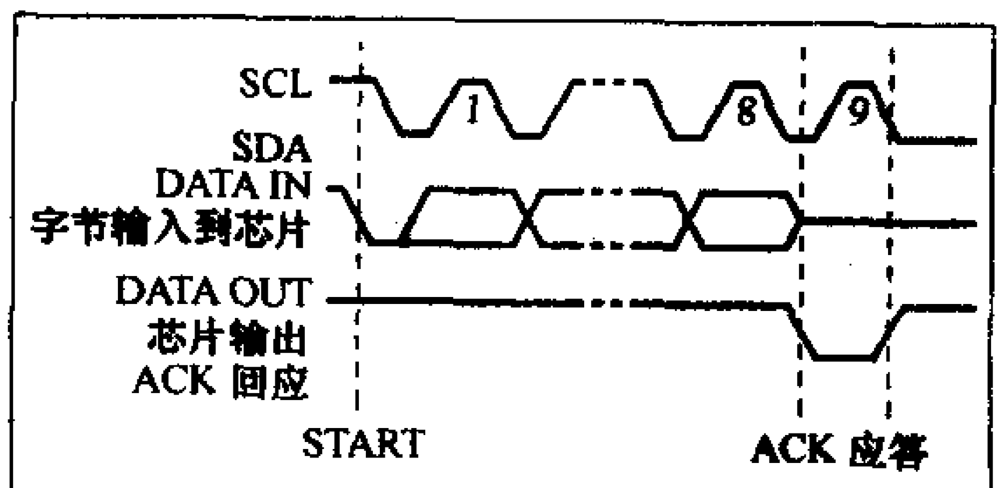


图4

单片机编程时可以在传送完一个字节后，把连接SDA的I/O口线设置回读数据状态，如使用51系列的单片机时就要把I/O口置高电平，然后在SCL脚设置一个脉冲，在SCL为高电平时读取SDA，如不为低电平就说明器件状态不空闲或出错。需要注意，因为SDA是双向的I/O，无论是微处理器接收还是器件接收，每个字节完成后，接收方都可以发送一个ACK回应给发送方。

I²C总线在操作受控器件时，需要先发送受控器件的器件地址，24系列的EEPROM也不例外，在每次命令前需要先发送一个字节的器件地址和读写标识，也可称为器件录址。图5是24C64的器件寻址命令中每个位所代表的意思。A2、A1、A0位是器件地址，它是对应于芯片的A2、A1、A0引脚，也就是说如果芯片A0引脚被设置成高电平时，在发送器件地址命令时字节中的A0位要设置为1，A0引脚为低电平时A0位设置为0。这样在同一总线上就可以连接8个24C64。ATMEL公司的24C系列芯片24C32及以上的型号使用16位地址进行寻址。24C32之前的型号因为使用的是8位地址，所以在超过256字节的8位地址型号中会占用到A0、A1、A2位来做页地址，每页有256字节，以此解决地址位不足的问题。所以不同型号的器件地址位定义就有所不同，各型号的器件地址字节定义见图5～图7。在设计电路选择器件时要注意的是，24C01是没有器件地址的，还有24C16/16A的A0～A2已被页地址占用完，也就是说这三个型号的芯片只能在同一总线上连接一个。器件地址字节中的

1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
MSB							LSB

24C32/64 的器件地址字节

图5

1	0	1	0	0	A1	A0	R/W
MSB							LSB

24C128/256/512 的器件地址字节

图6

24C01A/02/02A	1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W
	MSB							LSB
2+C04/04A	1	0	1	0	A2	A1	P0	R/W
24C08/08A	1	0	1	0	A2	P1	P0	R/W
24C16/16A	1	0	1	0	P2	P1	P0	R/W

*P 为页地址　注意：24C01 没有器件地址

图7

R/W位是用于标识当前操作是读器件还是写器件，写器件时R/W位设置0，读器件时R/W位设置1。

24C系列芯片的读写指令格式只有几种，下面以24C64芯片的指令格式来说明。

写入单个字节

写入字节指令每次只能向芯片中的一个地址写入一个字节的数据。首先发送开始位来通知芯片开始进行指令传输，然后传送设置好的器件地址字节，R/W位应置0，接着是分开传送十六位地址的高低字节，再传送要写入的数据，最后发送停止位表示本次指令结束。图8是写入单个字节的时序图。

页写入

24C64支持32字节的页写入模式，它的操作和字节写入模式基本一样，不同的是它需要发送第一个字节的地址，然后一次性发送32字节的写入数据后，再发送停止位。写入过程

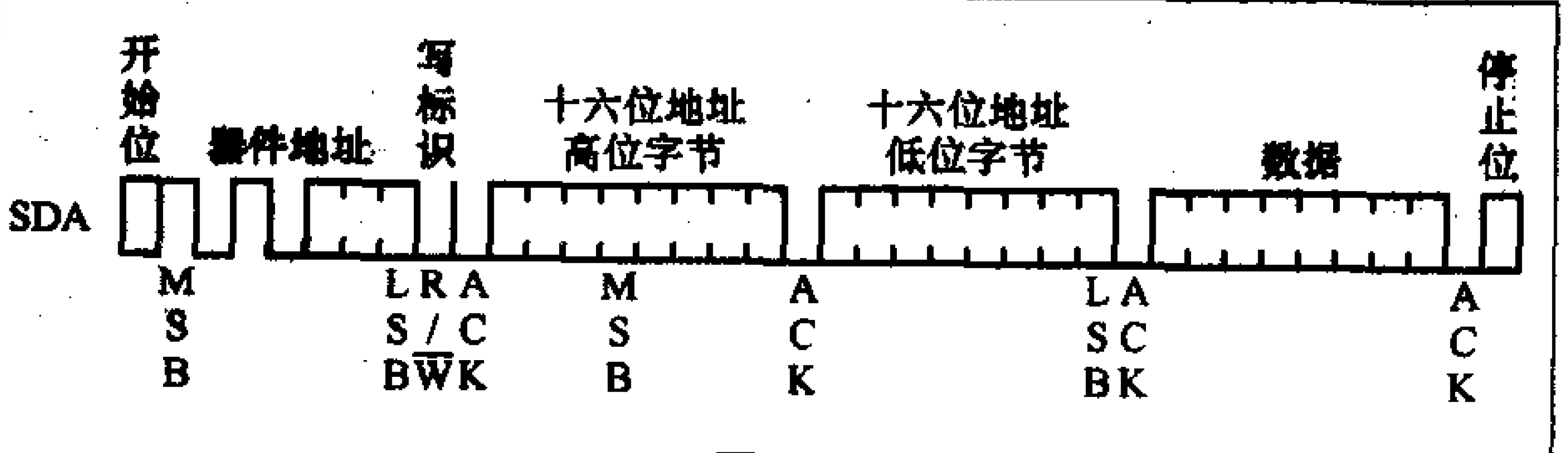


图8

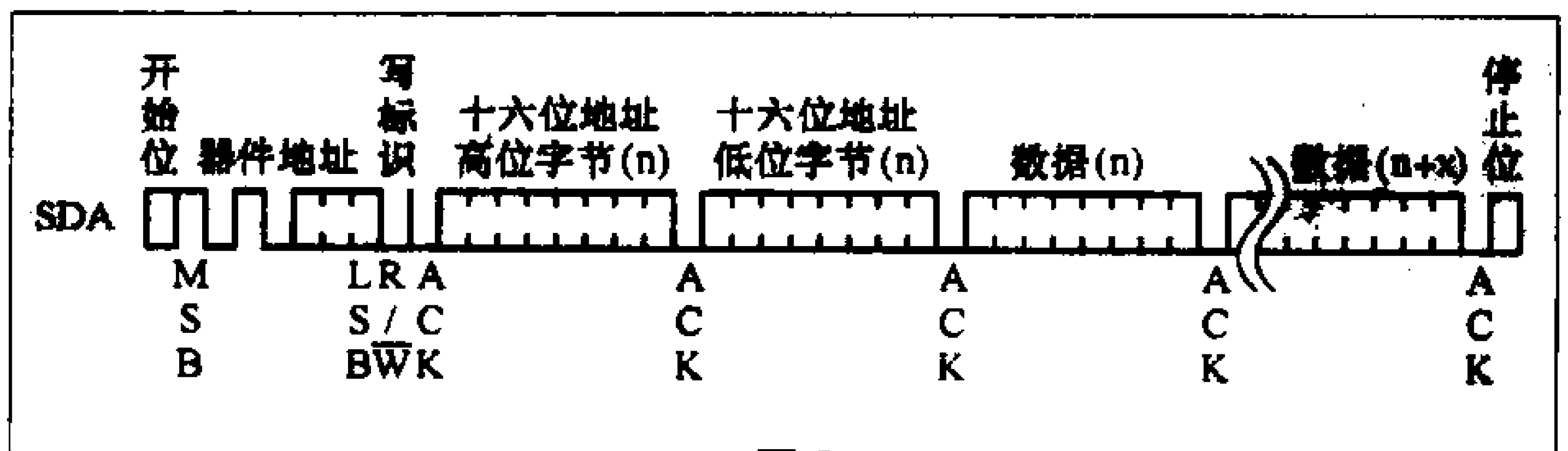


图9

中其余的地址增量由芯片内部完成。图9为页写入的时序图。无论哪种写入方式，指令发送完成后，芯片内部才开始写入，这时SDA会被芯片拉高，直到写入完成后SDA才会重新变得有效，在编写微处理器程序时可以在写入的时候不停地发送伪指令并查询是否有ACK返回，如果有ACK返回则可以进行下一步操作。

读当前地址

这种读取模式是读取当前芯片内部的地址指针指向的数据。每次读写操作后，芯片会把最后一次操作过的地址作为当前的地址。在这里要注意的是在微处理器接收完芯片传送的数据后不必发送低电平的ACK给芯片，直接拉高SDA等待一个时钟后发送停止位。图10是读当前地址时序图。

读任意地址

"读当前地址"可以说是读的基本指令，读任意地址时只是在这个基本指令之前加一个"伪操作"，这个伪操作传送一个写指令，但这个写指令在地址传送完成后就要结束，这时芯片内部的地址指针指到这个地址上，再用读当前地址指令就可以读出该地址的数据。

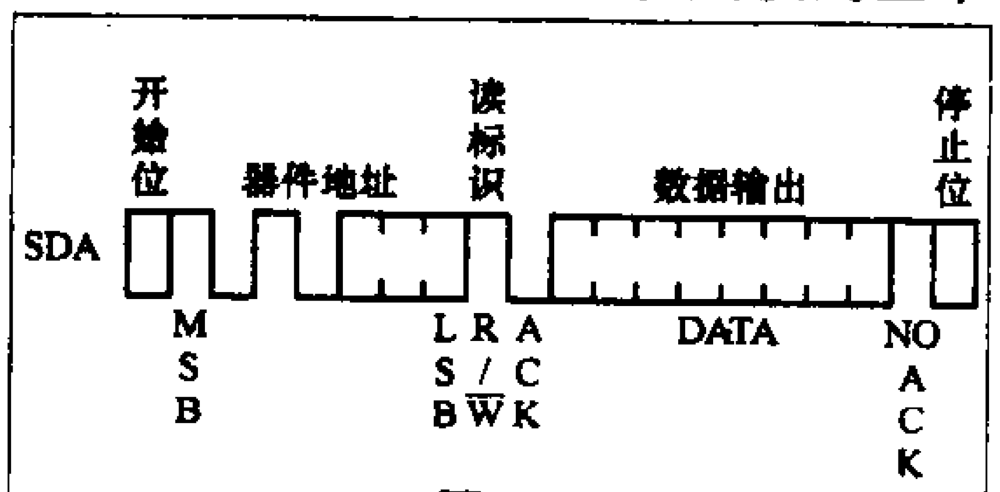


图10

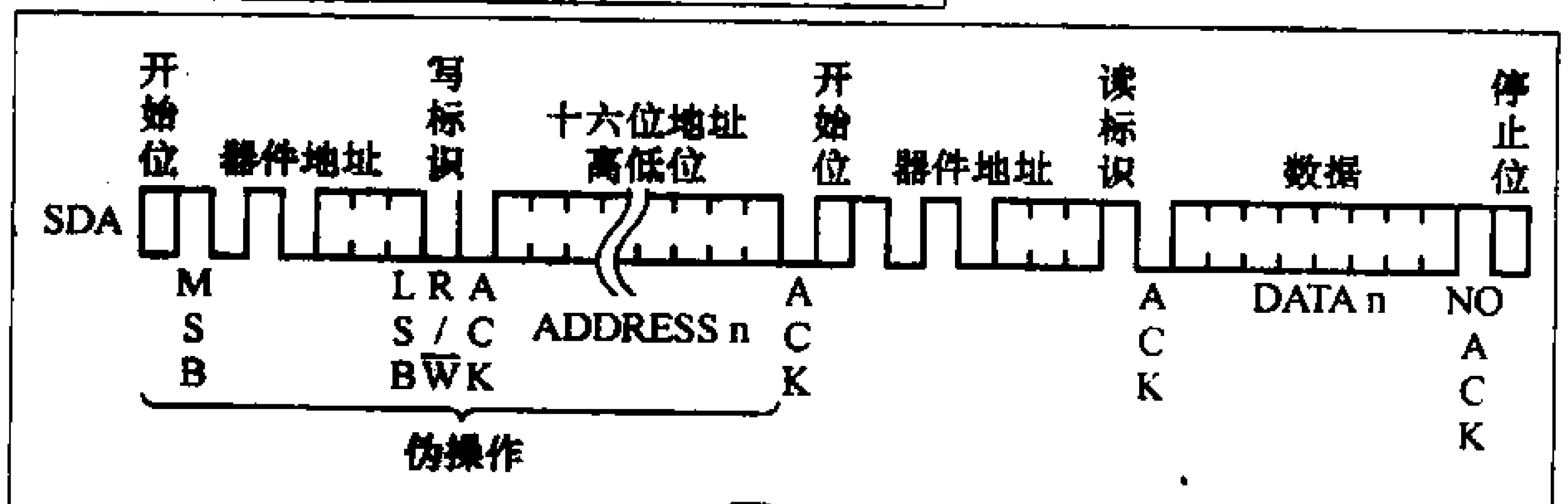


图11

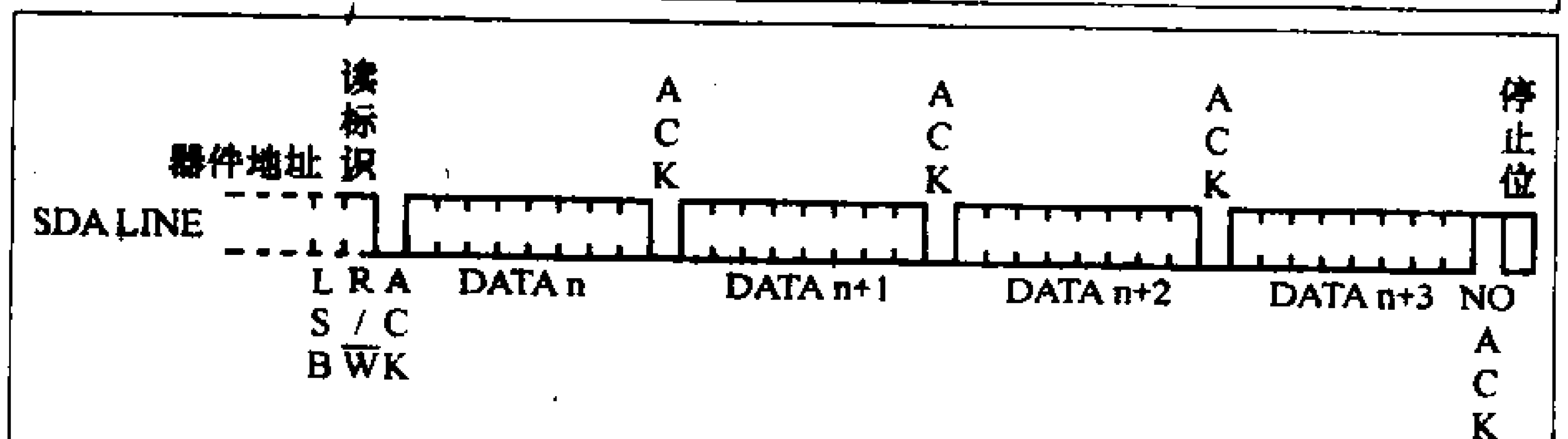


图12

图11是读任意地址的时序图。

连续读取

连续读取操作时只要在上面两种读取方式中芯片传送完读取数据后，微处理器回应给芯片一个低电平的ACK应答，那么芯片地址指针自动加1并传送数据，直到微处理器不回应并停止操作。图12是连续读取的时序图。

ATMEL公司的24C系列的其他型号的读写操作方式和上面介绍的基本相同，只是在8位寻址的芯片中地址位只用一个字节，还有就是在24C01中没有器件地址，地址位只占用高7位，最低位为R/W位。其他公司的24系列EEPROM芯片的驱动方式也和以上所介绍的基本一样。

图13是笔者设计的制作简单的24C读写器。可以用它来做24C芯片的驱动程序编写实验，也可以配合上位机程序（见本期配刊光盘"EEPROM读写器"）进行24C的读写。该读写器的电路由一片AT89C2051芯片作为主控芯片，用于连接电脑的RS232和驱动24C芯片，晶振使用11.0592MHz。RS232电平转换由两个NPN三极管组成。电源部分则直接在RS232上的4、7引脚取电，取电时需要在用软件控制这两脚为+9V～+12V之间，再通过VD5稳压得到5.1V，无需外加电源。

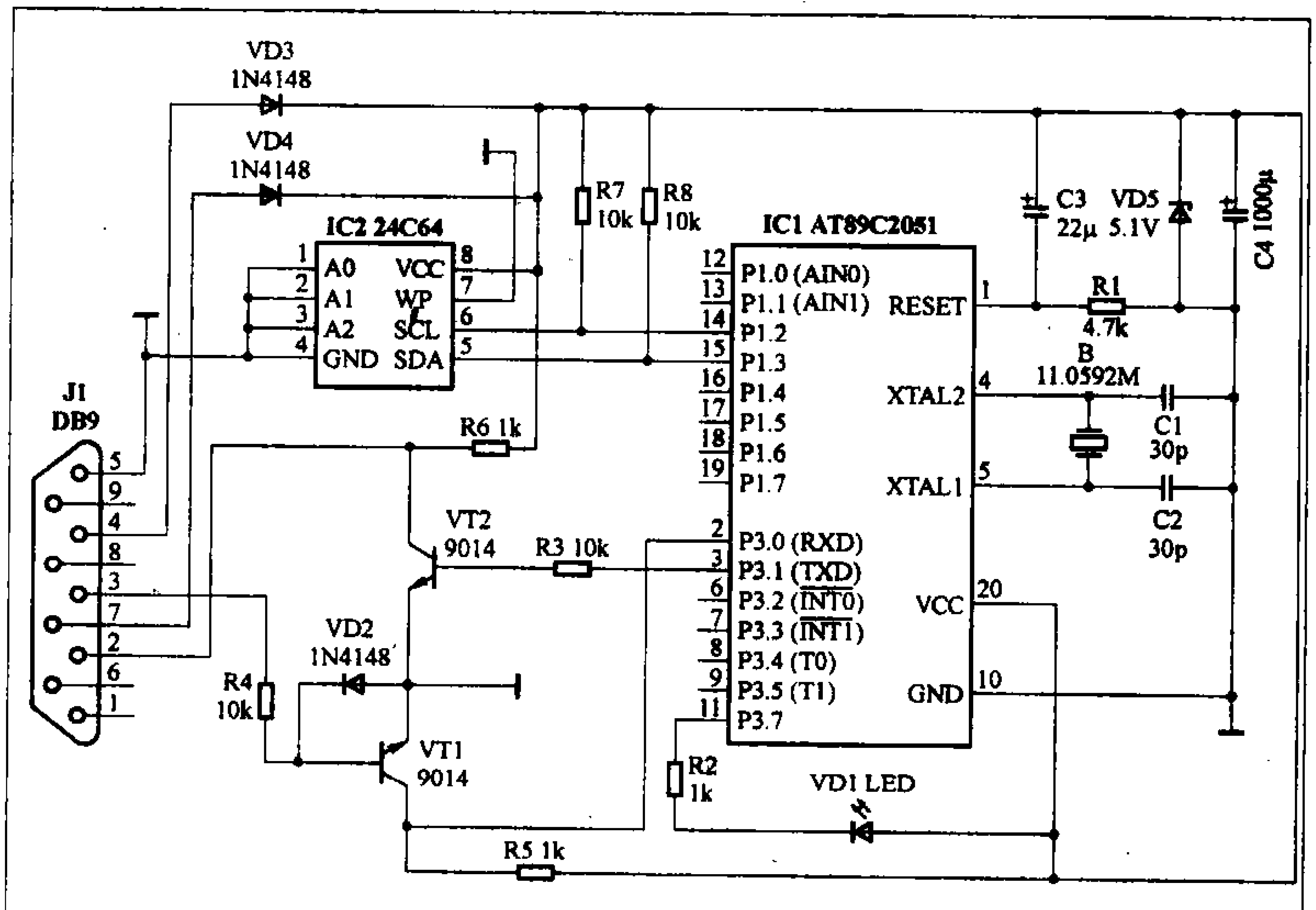


图13

本期配刊光盘中附带一份用C语言编写的实验源程序和编译好的HEX文件，把该文件烧入到AT89C2051就可以开始实验了。实验程序可以读写24C32/64/128/256/512的任意地址，程序使用模块化函数设计，读者朋友

非集成元件库在 Protel DXP 中的使用

文 / 刘明黎

目前在Protel DXP的安装盘中只提供了两个集成元件库（Integrated library）供使用，要用到更多的Protel公司提供的元件库就必须从 Protel 网站（www.altium.com）下载，但很多情况下，从 Protel 网站下载的元件库在Protel DXP中无法使用，或者在使用中有错误提示。这是什么原因，又应该怎样解决呢？这主要是因为在Protel DXP中的元件库已经不再是以前的单一的元件库了，而是使用的集成元件库，即将用于原理图的元件库、用于PCB的封装库、用于仿真的信号完整性模型等集成到一起，我们在使用Protel DXP时，会发现当点元件库面板中的元件名称时，往往会在该面板下部同时出现其原理符号和PCB封装形式。所以，我们在使用Protel DXP时，所添加、调用的元件库应该是集成元件库。

那么，对与Protel DXP以前版本的非集成元件库，我们是否也可以加以借用呢？经过本人的实践证明，答案是肯定的。下面笔者就如何在Protel DXP中使用Protel以前版本的元件库，以及如何在Protel DXP中使用从Protel网站下载的元件库进行介绍。

一、如何在 Protel DXP 中使用 Protel 以前版本的元件库

在Protel DXP中使用Protel以前版本的元件库主要有两种情况：一是直接使用；二是转换后使用。在此主要介绍前一种，后一种留待后面与下载元件库的使用一起介绍。

要在Protel DXP中直接使用Protel以前版本的元件库，必须保证所使用的元件库的扩展名为.lib（即元件库是以文档形式保存的），这样我们在Protel DXP中只要将其添加到库列表中即可。在Protel 99或Protel 99 se中元件库是以数据库形式（扩展名为.ddb）保存的，在使用之前将其用Protel 99或Protel 99 se打开，然后导出为lib格式，即可载入到Protel DXP的库列表中。

将DDB格式的元件库导出为lib格式非常简单，具体操作如下：按照软件的安装路径找到需要导出的元件库，例如：D:\Program Files\Design Explorer 99 SE\Library\Sch下的Miscellaneous Devices.ddb元件库（见图1），双击将其打开，会发现在该数据库中存在有Miscellaneous Devices.lib文档，选中该文档，单击右键，出现文档管理的快捷菜单，执行Export...（导出）命令，在弹出的对话框中选择导出路径，保存即可。

要注意的是，这样做只能进行绘图（包括原理图和PCB图），而不能进行仿真和电路完整性分析等工作。所以如果要做这些工作的话，那么就要按以下的方法，即我们前面提到的第二种使用情况——将非集成元件库转换生成为集成元件库后使用。

二、创建集成元件库

在Protel DXP中使用的元件库为集成元件库，要使用Protel以前版本的元件库、自己创建的元件库和从Protel网站下载的元件库最好将其转

图 14

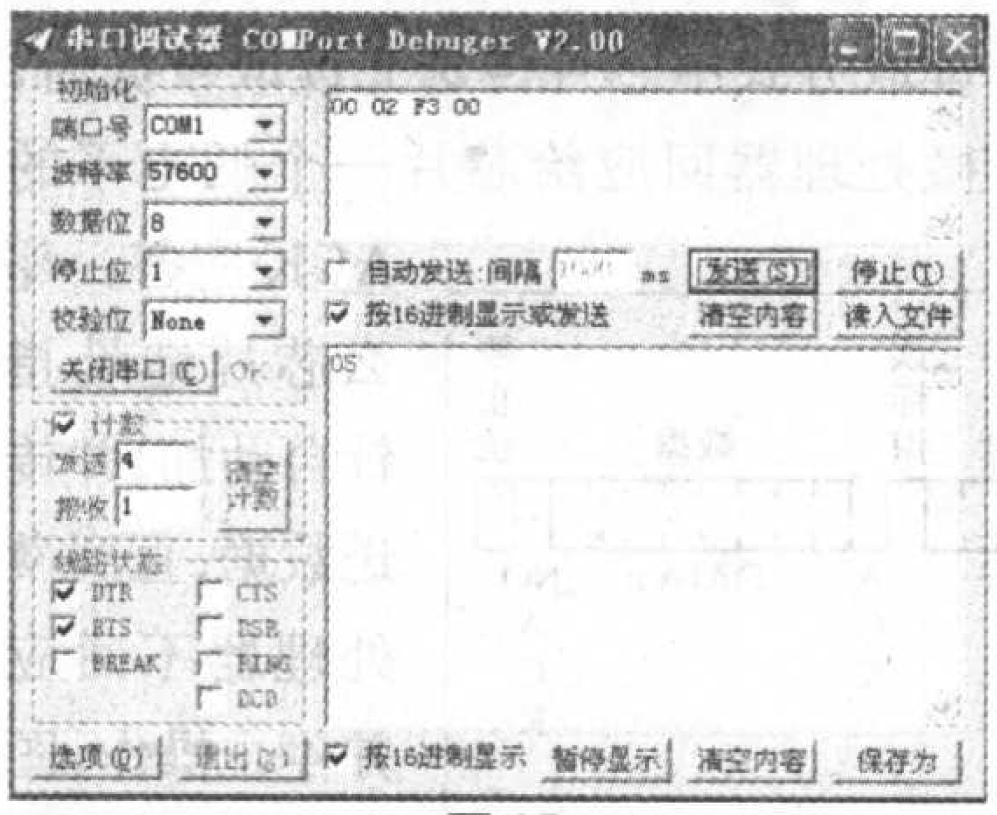


图 15

可以方便地加入到自己的程序中。实验时可以到http://emouze.com上下载串口调试软件。单片机程序设计了简单的通信协议，使用57600波特率，通信协议的数据包是这样定义的：每个包有4个字节，分别为命令字、地址高位、地址低位、数据。读取时命令字为00H，数据字节不可以用，返回读出的数据。写入时命令字为01H，返回00H为成功，返回01H为失败。例如要在24C64的2F3H地址上写入数据05H，则要发送“01 02 F3 05”。

连接好实验电路板，按图14设置好串口，单击“打开串口”按钮后可以看到电路板上的LED在闪烁。输入“01 02 F3 05”，发送后便可以把05写入到24C64的02F3H地址中，返回00为写入成功。也可以用读命令看看是否05已写入，输入“00 02 F3 00 ”发送后返回05，说明实验成功，见图15。

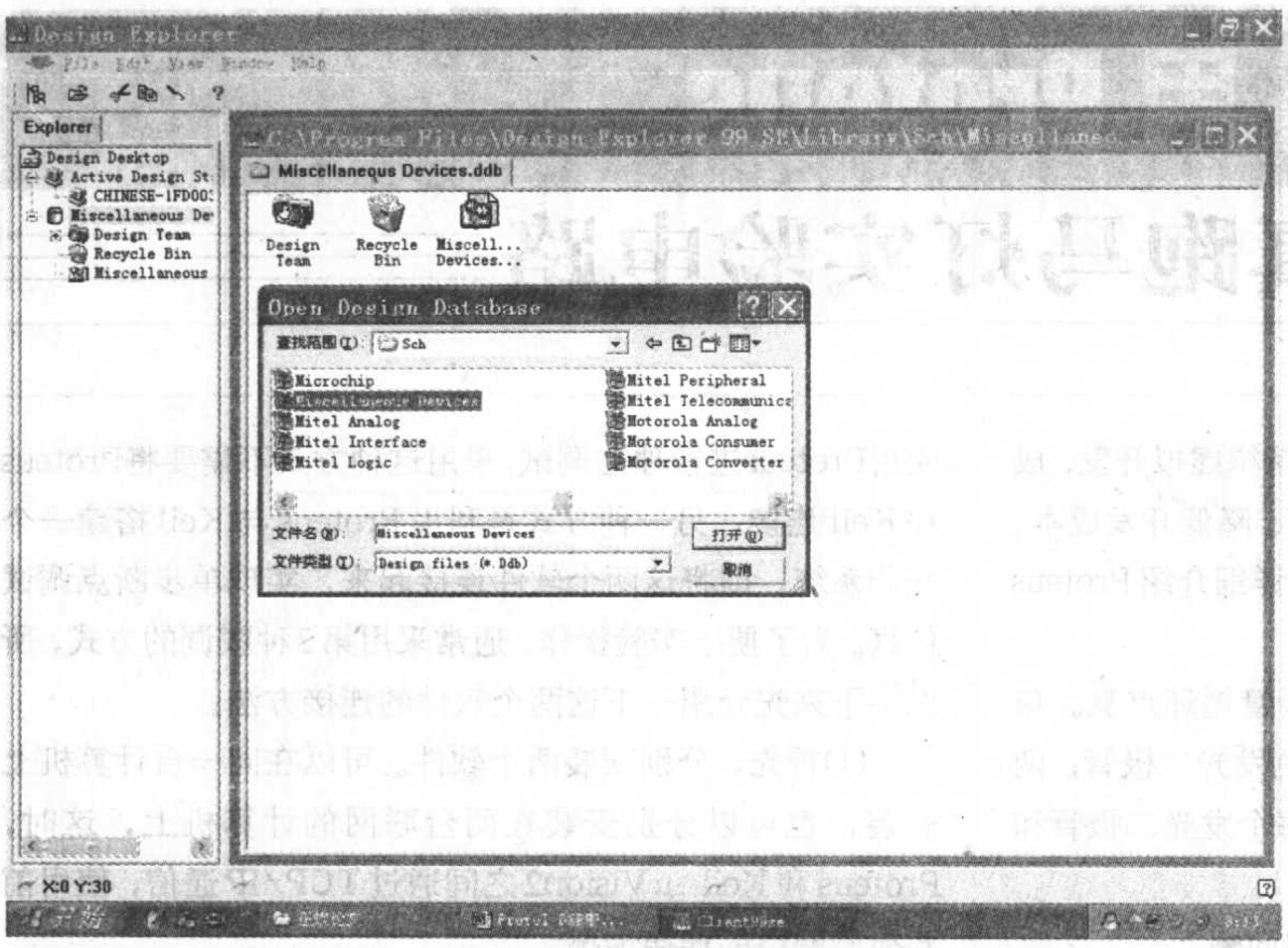


图1 元件库文档的导出

换生成为集成元件库后再使用。

下面我们以一个从Protel网站下载的Atmel_003112000.zip元件库为例一起来创建一个集成元件库。从Protel网站下载的元件库为ddb格式，其中包括了原理图库、PCB封装库，有的还包括了仿真及其他功能要使用到的模型，这让我们在使用这些元件库进行转换生成集成元件库时非常容易。具体操作如下：

1．从Protel网站下载所需Atmel_003112000.zip元件库。

2.下载完后将其解压，解压后为Atmel.ddb。

3.用Protel 99或Protel 99 se将其打开，并将其中的每个库导出为lib格式（其中有四个原理图库和一个PCB封装库）。

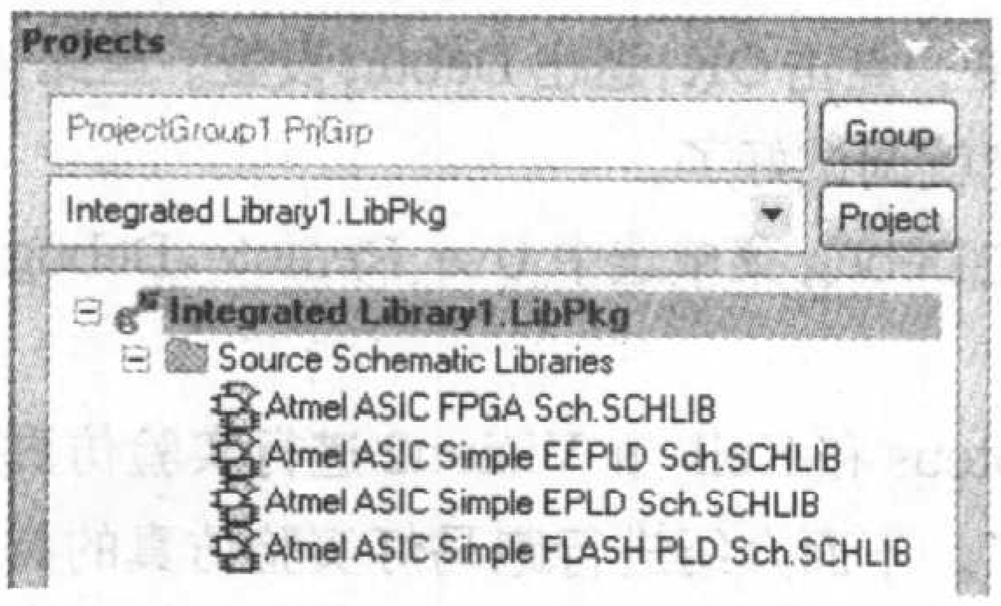


图2 转换并添加原理图元件库

4.关闭Protel 99或Protel 99 se，使用Protel DXP打开刚才导出的lib文件，使用File\save as...将打开的原理图库保存为schlib文件，将PCB封装库保存为pcblib文件。

5．关闭所有打开的文档。使用File\New\Integrated Library创建一个集成元件库项目。

6．选择Project\Add to Project...打开对话框，找到并选择刚才转换的schlib文件，单击打开按钮，单击OK后关闭对话框，被选择的文档已经添加到项目中了，如图2所示。

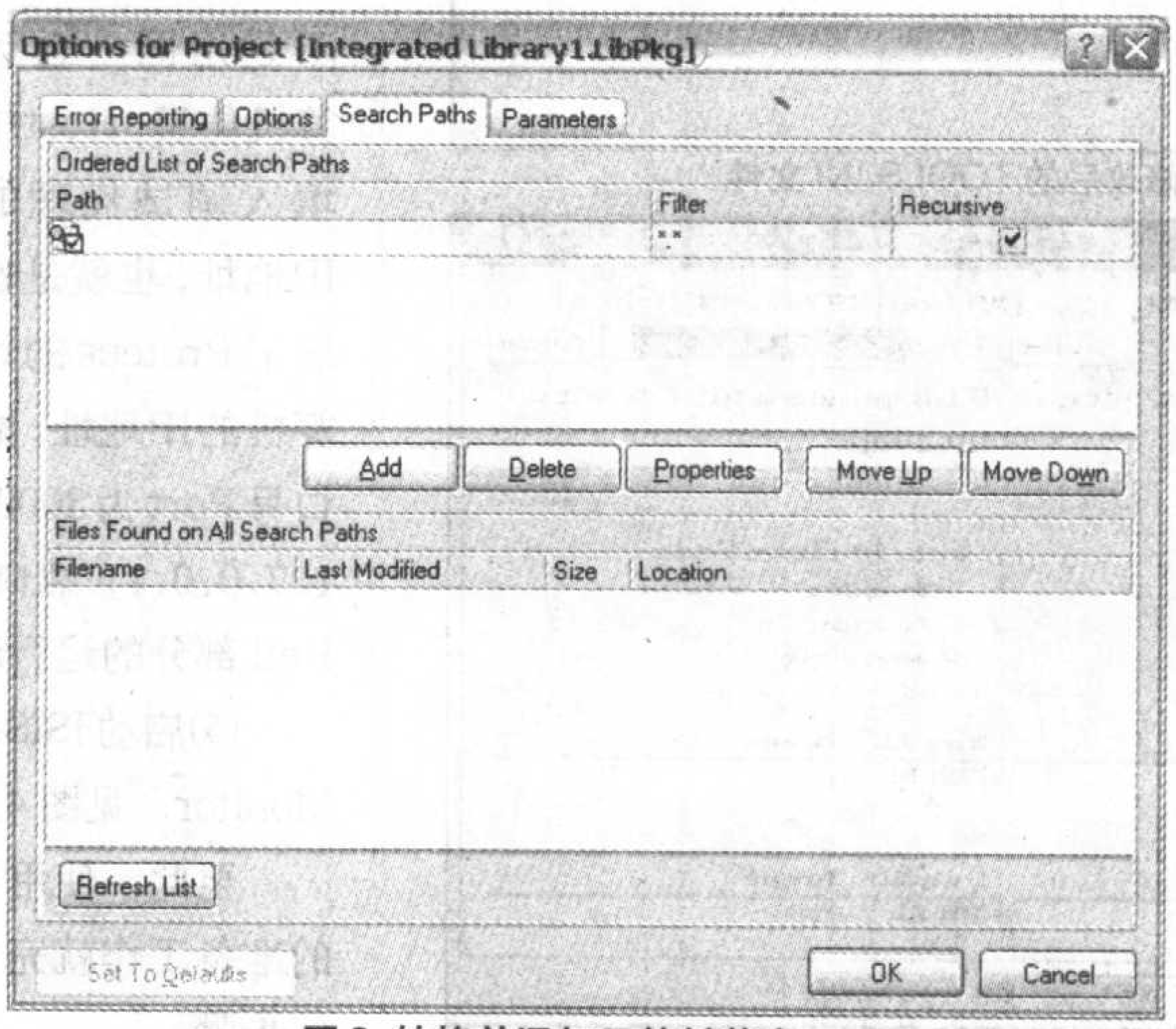


图3 转换并添加元件封装库

7.重复上一步，选择刚才转换的pcblib文件，将其添加到Protel DXP的相关项目中。

8.选择Project\Project Options，打开如图3所示的对话框。单击Add按钮，选择pcblib文件所在的文件夹，单击Refresh List按钮确认所选择的文件夹是否正确，然后单击OK按钮，关闭对话框。

9.在Error Reporting中设置你需要的内容，单击OK按钮，关闭对话框。

10.执行Project\Compile Integrated Library，这样Protel DXP就将刚才添加的库生成了一个集成元件库。打开Libraries面板，在库列表中，所生成的库为当前库。在该列表下面，你会看到每一个元件名称都对应一个原理图符号和一个PCB封装。

至此，集成元件库完成了转换并被添加。要注意的是，所生成的集成元件库文件保存在第8步骤中选择的pcblib文件所在的文件夹下的Project Outputs for Atmel子文件夹中。

另外，当要自己创建元件库时，必须在第5步骤之前先创建好schlib文件和pcblib文件，然后再从第5步骤开始。如果要对元件库进行修改，必须在schlib文件或pcblib文件中修改后，再从第8步骤开始。这是因为在Protel DXP中集成元件库是不能直接修改的。

用 Proteus 仿真跑马灯实验电路

文 / 孙梅梅

许多技术人员开始使用Proteus进行系统虚拟开发，成功之后再进行实际制作，以提高开发效率、降低开发成本、提高开发速度。本文以跑马灯实验为例，详细介绍Proteus单片机仿真功能的使用。

本实验利用单片机控制8个发光二极管循环点亮。单片机采用的是AT89C52，采用了8个红色发光二极管；两个电容和一个晶振组成时钟控制电路；每个发光二极管和一个电阻相连。

1. Proteus和Keil μVision2的接口问题

Keil μVision2是一个功能强大的编译软件，可以编译汇编程序和C语言程序。利用Proteus进行仿真需要调用由Keil生成的十六进制程序文件。这里调用有两种方式，一种是简单调用，即利用Keil生成十六进制程序文件，然后使用Proteus进行独立调试，采用这种方式不需要将Proteus和Keil连接；另一种方式是利用Proteus与Keil搭建一个联调系统，即将这两个软件连接起来，实现单步断点调试仿真。为了便于实验操作，通常采用第2种联调的方式，所以接下来先介绍一下这两个软件的连接方法。

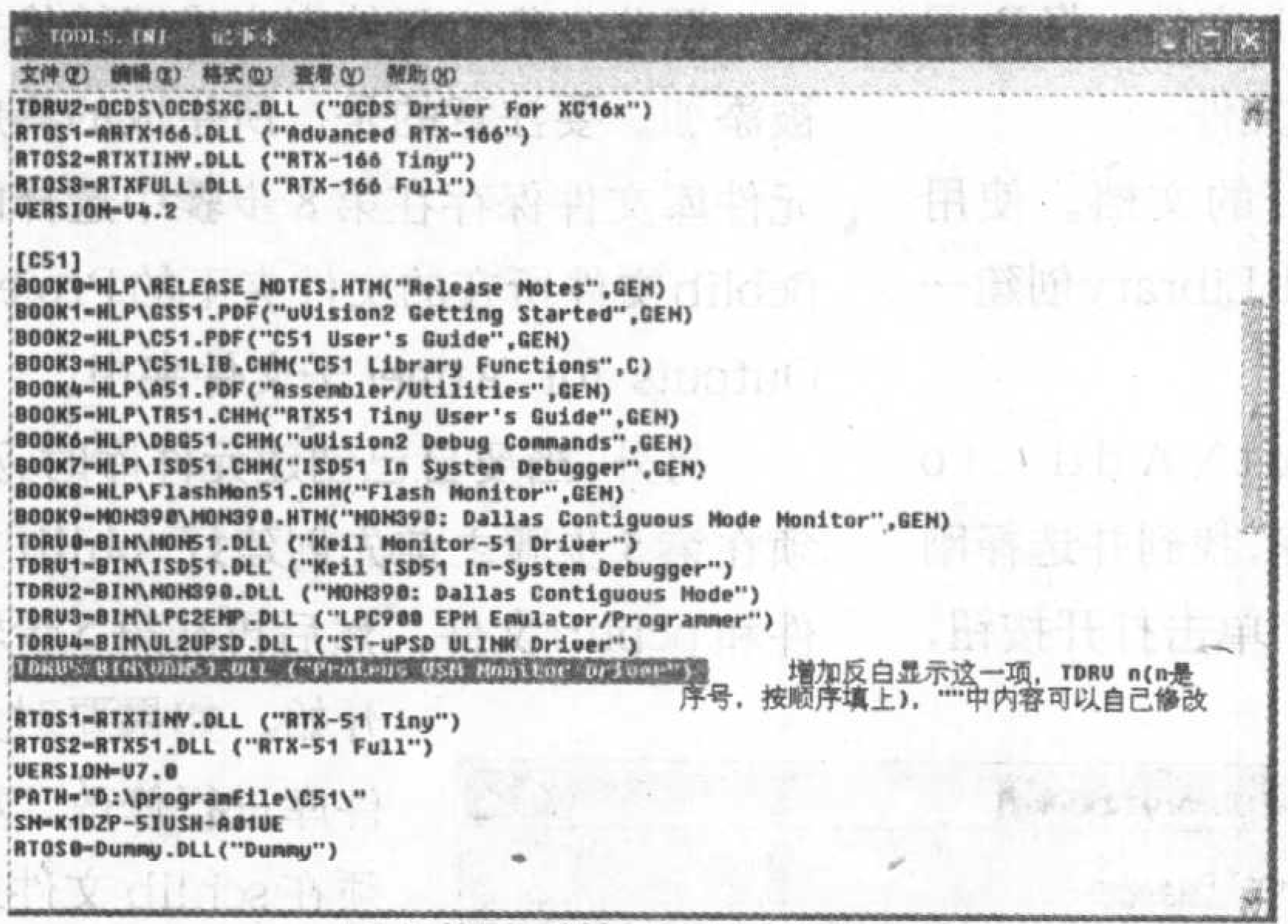


图1 修改后的TOOLS.INI文件

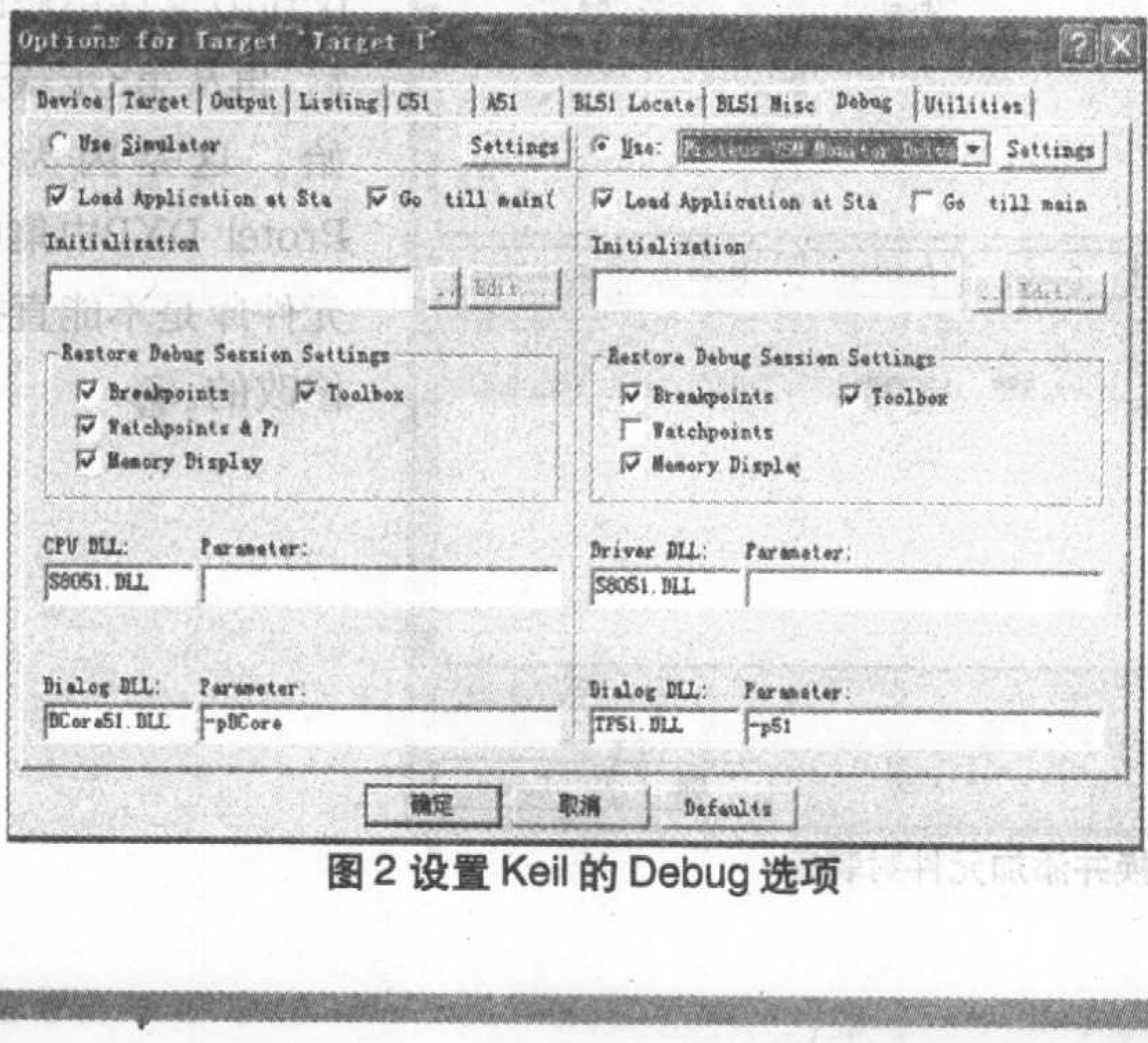


图2 设置Keil的Debug选项

(1)首先，分别安装两个软件。可以在同一台计算机上安装，也可以分别安装在两台联网的计算机上，这时，Proteus和Keil μVision2之间通过TCP/IP通信，使用前要检测网络的连接情况。

(2)在Proteus安装目录下的MODELS目录中，找到VDM51.DLL并复制到Keil的安装目录下的\C51\BIN下。

(3)修改Keil目录下的TOOLS.INI文件。用记事本打开TOOLS.INI，在键[C51]下找到TDRV0= BIN\MON51.DLL("Keil Monitor—51 Driver")，不同版本的软件会有不同数目的TDRV项，在TDRV最后一项加入：TDRV n=BIN\VDM51.DLL("Proteus VSM Monitor Driver")，这里n为TDRV项的序号，按顺序填上即可，见图1。然后保存TOOLS.INI。

(4)运行Keil，选择Project→Options for project→Debug，在Debug选项中右栏上部的下拉菜单选中Proteus VSM Monitor Driver，见图2。选择好后，点击右侧的Settings按钮设置虚拟硬件仿真驱动，界面如图3所示。如果不是用同一台计算机仿真，Host中填入调试代理的IP地址，也就是安装了Proteus的计算机的IP地址，端口号Port为8000；如果是在单机上用，IP地址可以设置为127.0.0.1，端口不变。点击OK，退出Debug设置。至此，Keil部分的运行环境就调试好了。

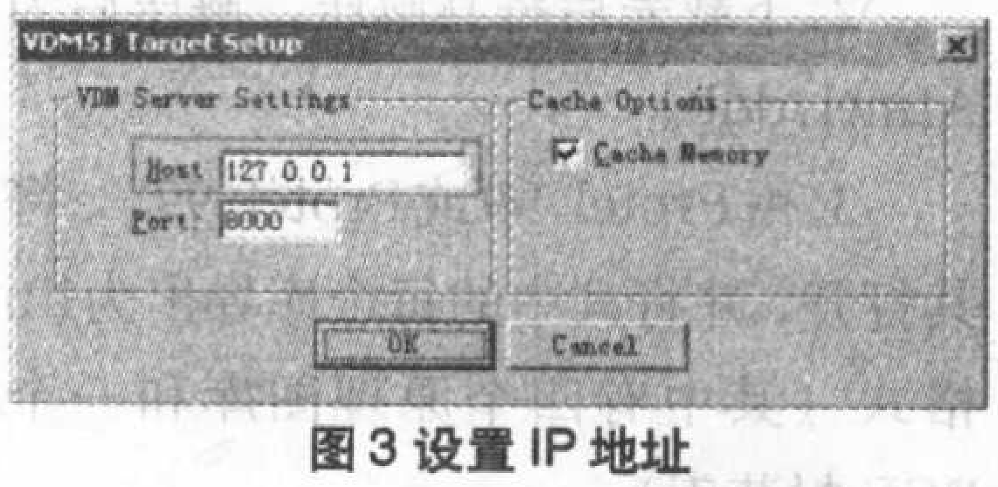


图3 设置IP地址

(5)启动ISIS，在Debug菜单选中Use Remote Debug Monitor，见图4。

至此，使用Proteus和Keil μVision2进行实验仿真的准备工作就完成了。下面介绍进行跑马灯实验仿真的具体步骤。

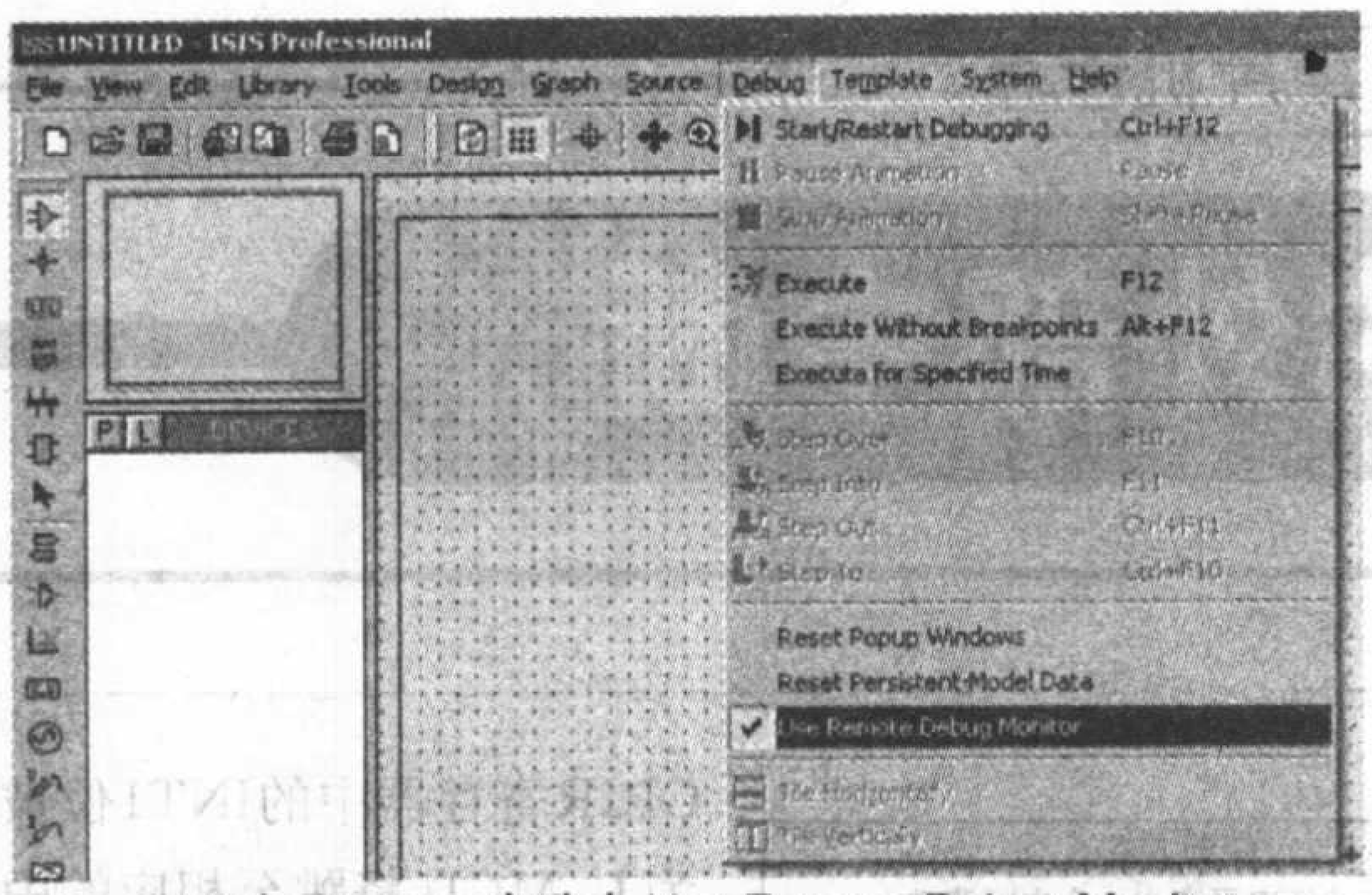


图 4 在 Proteus 中选中 Use Remote Debug Monitor

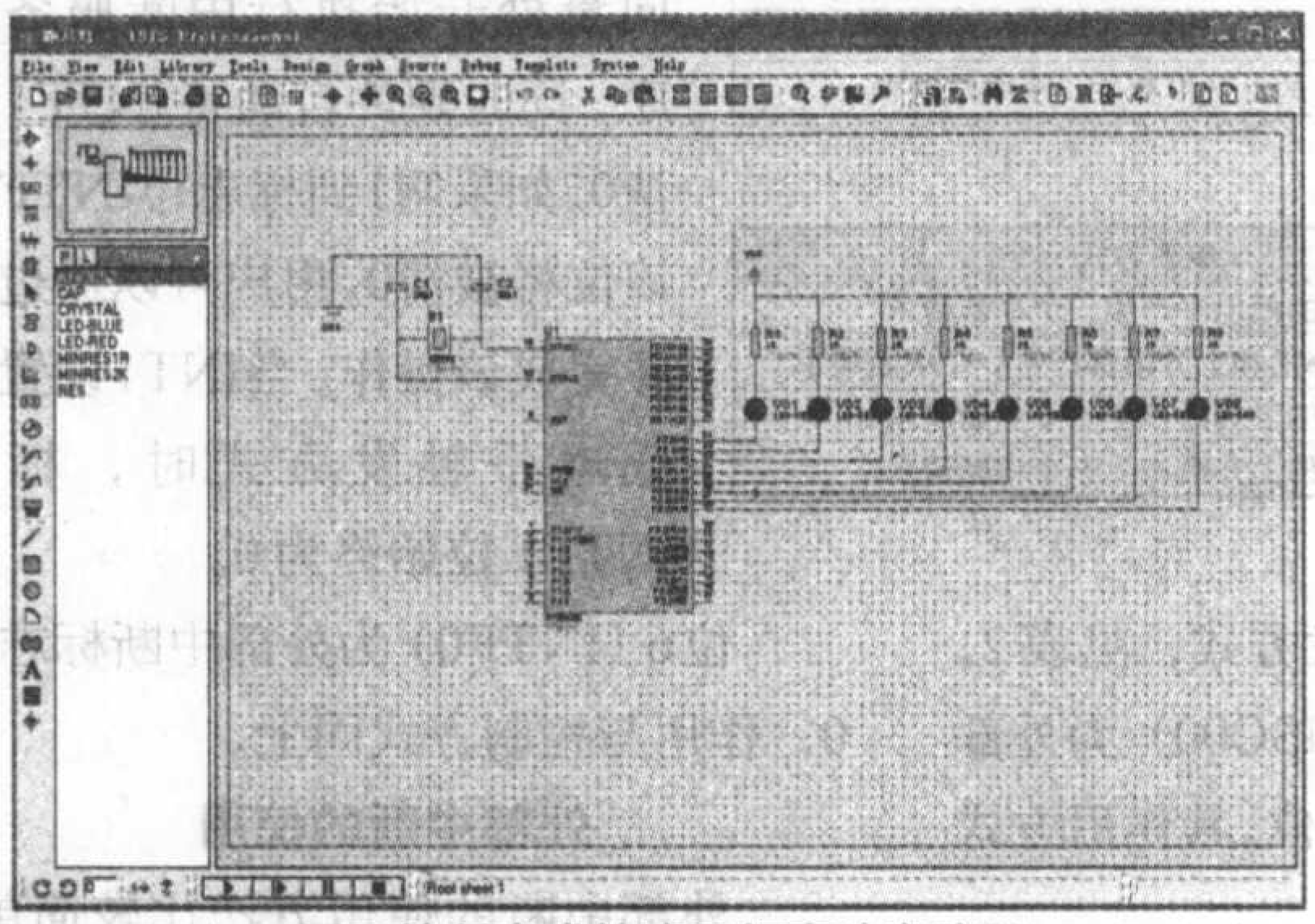


图 5 绘制完成的跑马灯实验电路图

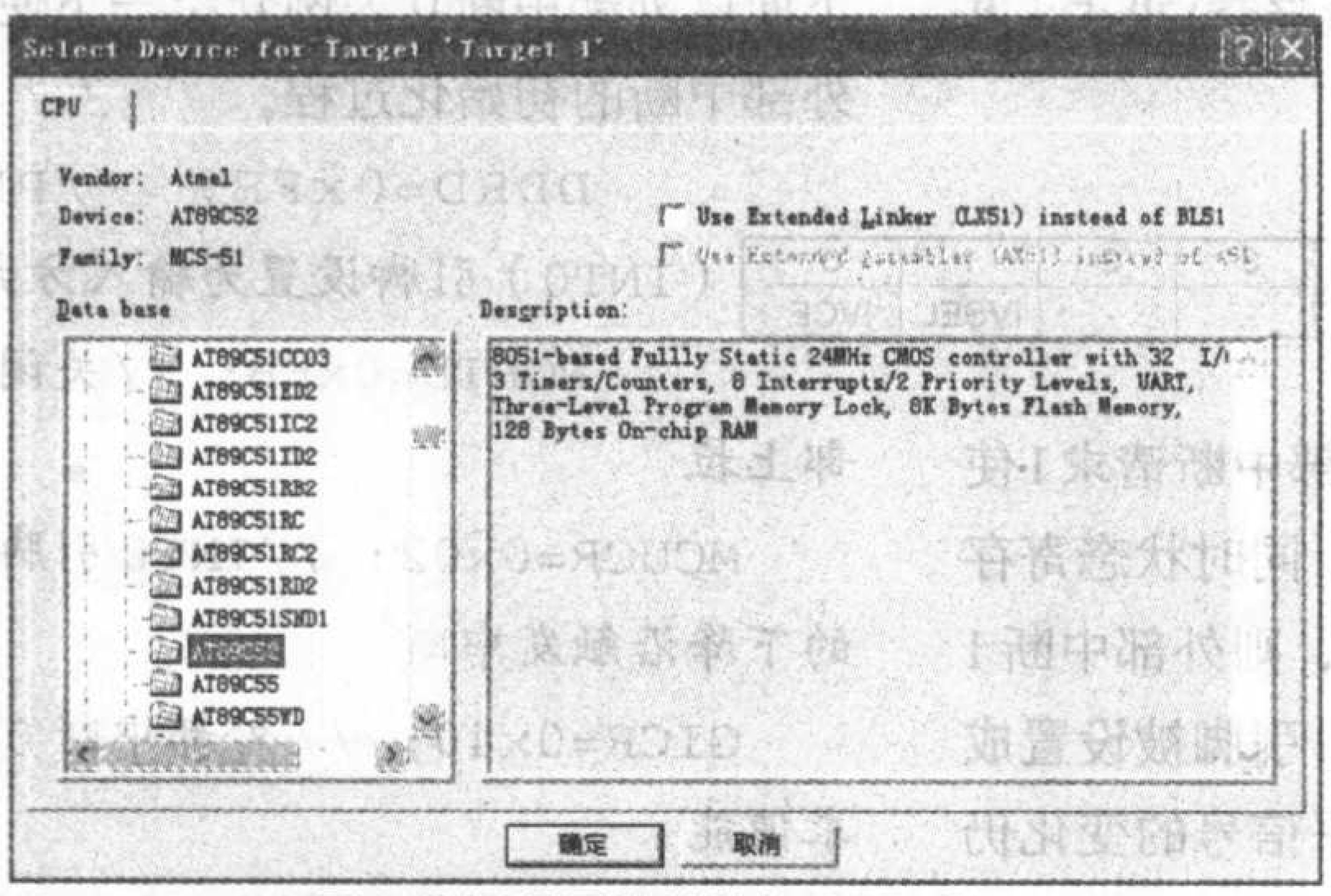


图 6 选择所需的单片机 AT89C52

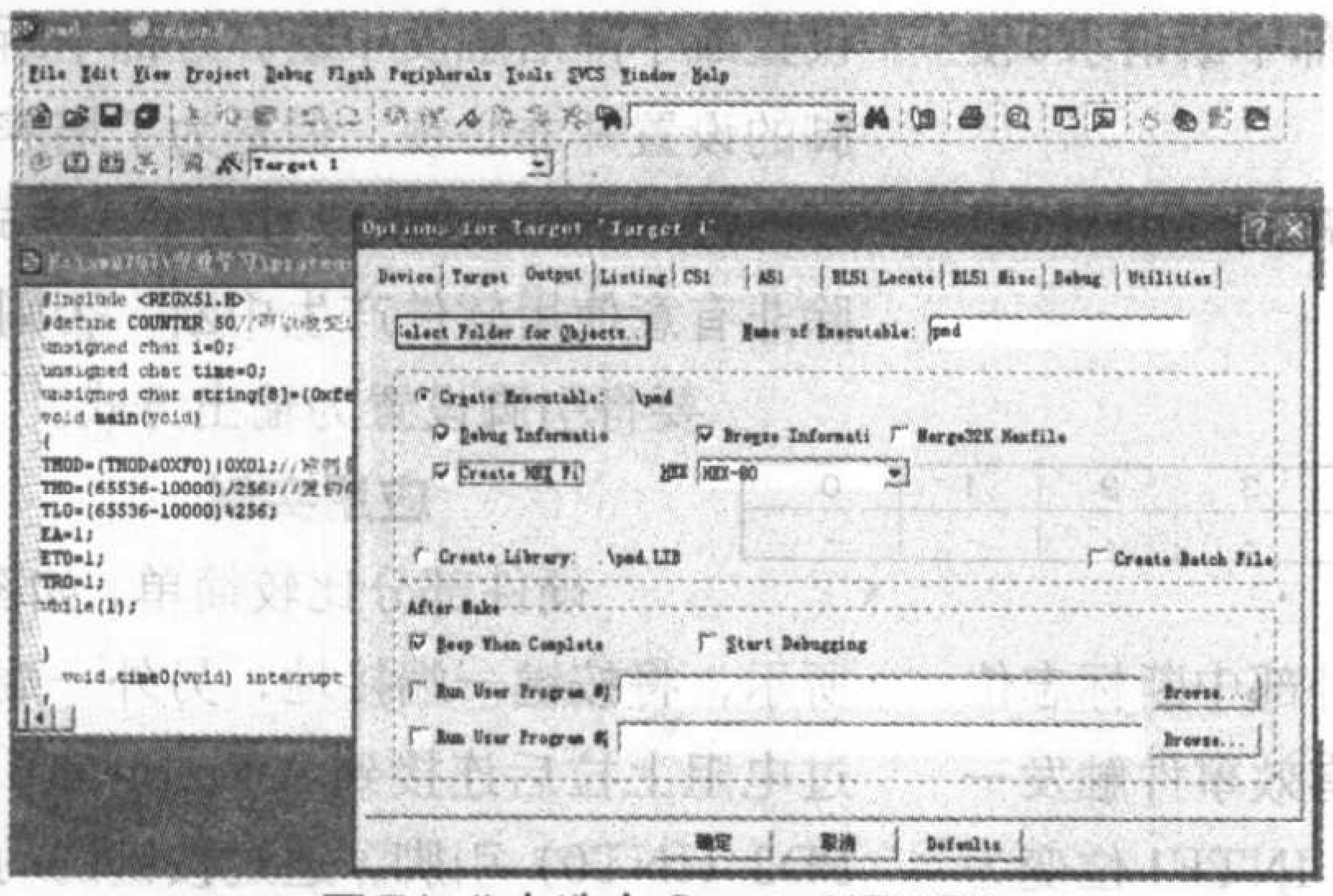


图 7 keil 中选中 Create HEX File

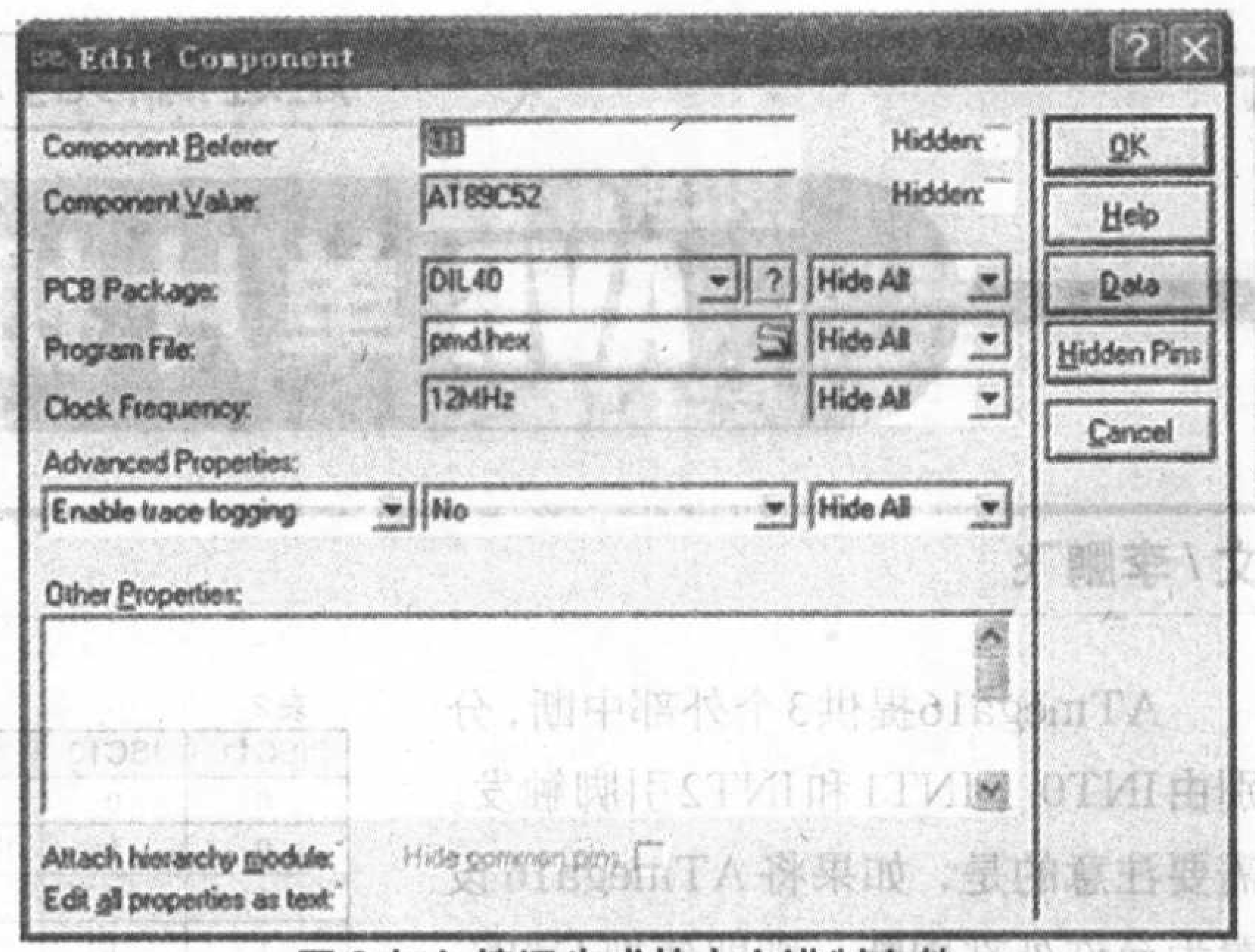


图 8 加入编译生成的十六进制文件

2. 系统仿真

先绘制好如图 5 所示电路图，再编写对应的 C 语言程序，用记事本写就可以了，写完后保存为 pmd.c，当然也可以直接在 Keil 中编写。程序写完后用 Keil μ Vision2 编译生成 pmd.hex，生成该文件的具体步骤如下：

(1)打开Keil，选择Project→New Project，新建一个工程，保存在pmd.c所在的文件夹下，并选择所需的单片机的型号，界面如图 6 所示。

(2)打开pmd.c文件，选择Project→Options for Target 'Target1' → Output，选中 Create HEX File，见图 7。

(3)然后单击按钮，就可以生成十六进制文件 pmd.hex，默认保存在工程所在的文件夹下。

生成pmd.hex后，就可以进行仿真了。在原理图编辑区右击选中 AT89C52，再左击打开面板“Edit Component”，在Program File中加入单片机硬件电路的对应程序pmd.hex，同时，输入Clock Frequency的值，即12MHz，如图8所示。单击“OK”退出“Edit Component”面板，然后单击主界面下面的运行按钮开始仿真。Proteus 所提供的是一种交互式仿真，在仿真过程中可以对各个控制按钮、键盘的按键等进行操作，系统对输入的响应会被真实地反映出来。跑马灯实验只是个简单的实验，没有涉及交互仿真，有兴趣的读者可以做进一步的实验。在这个例子中，运行后可以看到 8 个发光二极管 VD1～VD8 被循环点亮。

以上是采用了简单调用的方式，如果运行后没有出现预期的效果，那么就可以采用另一种更为常用的方法，即单步断点调试的方法。采用这种方法在加入相应的程序后，在Proteus中连续单击单步运行按钮，就可以看到程序的每一步执行结果，以便检测程序的错误点。

本期配刊光盘中有本文中用到的 C 程序和 Proteus 建立的DSN 文件，供读者参考。

AVR单片机的外部中断

文/李鹏飞

ATmega16提供3个外部中断，分别由INT0 、INT1和INT2引脚触发。需要注意的是，如果将ATmega16设置为允许外部中断，则即使把INT0、INT1和INT2引脚设置为输出方式，外部中断仍然会被触发。外部中断可选择采用上升沿触发、下降沿触发和低电平触发（INT2中断只能采用沿触发方式，在下文中将着重介绍INT0和INT1中断），具体选用什么方式由MCU控制寄存器MCUCR以及MCU控制和状态寄存器MCUCSR的设置决定。

电平触发和边沿触发

当允许外部中断，且相关寄存器设置为低电平触发方式时，只要中断输入引脚保持低电平则将一直触发产生中断。这种触发方式采用异步方式检测，不需要I/O时钟信号的参与。处于休眠状态中的CPU一般都停止了I/O时钟信号，因此电平触发方式的中断常被用来唤醒休眠中的CPU。ATmega16的休眠系统将在以后的文章中介绍。采用边沿触发方式的中断，需在相应的沿到达之后才产生中断，并且此过程需要I/O时钟信号的存在。

寄存器的设置

1.MCU控制寄存器MCUCR（见表1）

其中低4位与ATmega16的外部中断设置有关。位3、2（ISC11、ISC10）为外部中断1的中断方式控制位，用来控制外部中断1的触发方式，见表2。

表1

7	6	5	4	3	2	1	0
SM2	SE	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00

表2

ISC11	ISC10	中断方式
0	0	INT1的低电平产生一个中断请求
0	1	INT1的下降沿和上升沿都产生一个中断请求
1	0	INT1的下降沿产生一个中断请求
1	1	INT1的上升沿产生一个中断请求

位1、0（ISC01、ISC00）为外部中断0的中断方式控制位，其作用方式同INT1，见表3。

表3

ISC01	ISC00	中断方式
0	0	INT0的低电平产生一个中断请求
0	1	INT0的下降沿和上升沿都产生一个中断请求
1	0	INT0的下降沿产生一个中断请求
1	1	INT0的上升沿产生一个中断请求

2.通用中断控制寄存器GICR（见表4）

表4

7	6	5	4	3	2	1	0
INT1	INT0	INT2	-	-	-	IVSEL	IVCE

位7（INT1）为外部中断请求1使能。当INT1位被置1，同时状态寄存器SREG的I位被置1，则外部中断1被使能。此时即使INT1引脚被设置成输出方式，有效的电平信号的变化仍然会触发中断。

位6（INT0）为外部中断请求0使能，其作用同上。

3.通用中断标志寄存器GIFR（见表5）

表5

7	6	5	4	3	2	1	0
INTF1	INTF0	INTF2	-	-	-	-	-

位7（INTF1）为外部中断标志位1。当INT1引脚上的有效事件触发一个中断请求后，INTF1位变为1。如果SREG寄存器中I位和GICR寄存器中的INT1位被置为1，MCU将跳至相应的中断向量处开始执行中断服务程序，同时硬件自动将INTF1位清0。如果写1到标志位INTF1，该位将被清0，用户可以通过软件完成该操作。当INT1设置为低电平触发方式时，标志INTF1位始终为0。

位6（INTF0）为外部中断标志位0，作用与控制方式同上。

外部中断的使用

外部中断的使用方法比较简单，下面以外部中断0为例介绍一下使用外部中断的初始化过程。

```
DDRD=0xFB; //PD2（INT0）引脚设置为输入方式
PORTD=0xFB; //关闭内部上拉
MCUCR=0x02; //INT0引脚上的下降沿触发中断
GICR=0x40; //外部中断0请求使能
```

上面的初始化过程将INT0引脚设置成下降沿触发中断。外部中断引脚的设置并非必须，但是为了培养良好的习惯，还是建议设置为输入方式。除非有意使用软件产生中断，否则不要将引脚设置为输出方式。

应用实例

硬件部分比较简单，如图1所示，将按键一端接地，另外一端经过电阻上拉后连接到ATmega16的PD2（INT0）引脚，通过按键的动作来触发CPU进入外部中断。

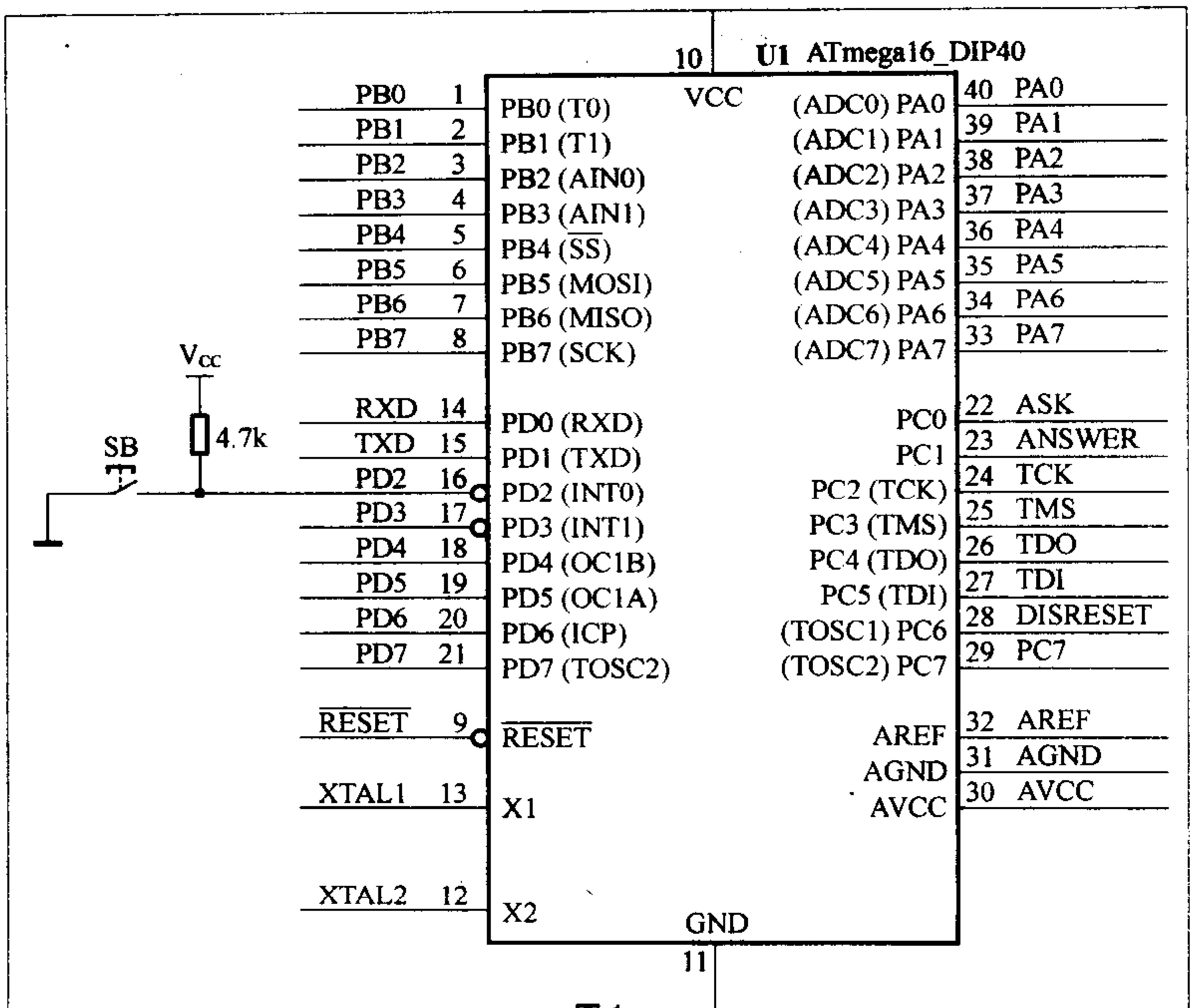


图1

在本篇实例中，我们将演示不同触发条件的外部中断的执行效果，并通过液晶屏显示出来。编程思路是：定义一个全局整型变量，CPU每进入一次外部中断0服务程序，将其值增加1；主程序则不断读取该整型变量的最新值，并将该值显示在液晶屏上。

部分代码分析如下：

```
volatile unsigned int extint_count=0; //用来记录CPU进入中断的次数
volatile unsigned char act_flag=0; //当该变量为1时，在液晶屏上刷新extint_count
```

数据类型声明volatile表明该变量在程序执行中可被隐含改变，这是为了避免以下问题：编译器有时会将SRAM中的数据拷贝到通用寄存器中以提高程序的执行效率（在通用寄存器中对数据进行操作的速度比SRAM要快），这样会带来一个问题，如果该SRAM中的数据已经被隐含改变（比如中断），那么如果编译器仍然读取通用寄存器中之前的SRAM拷贝值，显然与其实际值不同，从而出现错误。本例中extint_count的值会在外部中断服务程序中被改变，因此通过volatile声明告知编译器不要做相关优化。

// 外部中断0服务程序，将extint_count值增加1。

```
#pragma interrupt_handler int0_isr:2
void int0_isr(void)
{
  extint_count++;
  if (act_flag!=1)
  {
    act_flag = 1; //如果该值为1，则在主程序中刷新显示extint_count值
  }
}
//设置外部中断0触发方式为下降沿触发
MCUCR=0x02; //INT0引脚上的下降沿触发中断
GICR=0x40; //外部中断0请求使能
```

```
//主程序
char temp_show[5]; //定义数组用作在液晶屏上进行显示
unsigned char i;
unsigned int temp;
for(i=0;i<5;i++)
{
  temp_show[i]=0;
}
temp_show[4]=0xff; //显示结束标志
init_devices();
LCDReady();
LcdInit(); //LCD初始化
CharsWrite(0,1,"Ext-int occurs:"); //在LCD的第一行显示"Ext-int occurs:"
CharsWrite(8,2,"0 times"); //在第二行显示“0 times”
uart_init(); //串口初始化
puts("所有的初始化完成，程序进入死循环，");
puts("在中断服务程序中计量外部中断次数。");
delay_ms(1000);
while(1)
{
  if(act_flag==1) //中断次数改变
  {
    CLI();
    ClearLcd();//清屏LCD
    delay_us(80); //等待清屏操作完成
    CharsWrite(0,1,"Ext-int occurs:"); //在LCD的第一行显示"Ext-int occurs:"
    CharsWrite(8,2,"times"); //在第二行显示“times”
    temp = extint_count;
    for(i=0;i<4;i++) //
```

多级文本菜单的一种简易实现

文/刘海保 程小辉

在嵌入式系统中，多级文本菜单是一种常见的用户交互界面。其实现方法有很多种，本文介绍一种简易的、适合于低端嵌入式系统的实现方法。该方法简单明了，菜单结构易于进行调整和变动。同时，菜单模块与其他模块的耦合性也比较小，符合模块化编程的要求。在实现过程中所使用的ROM和RAM也比较少，可以在基于8位机的低端嵌入式系统中采用，具有一定的通用性和可扩展性。这种实现方法已应用到笔者的项目中，其设计思想是将多级文本菜单抽象表示为一棵具有两种类型结点的树形结构，把菜单的操作过程转化为对相应树结点的访问过程。这样就简化了控制逻辑，实现了对各级菜单的集中统一管理。限于篇幅，本文着重讨论软件结构，不涉及具体的硬件结构以及底层的键盘、液晶驱动等。

多级文本菜单的抽象表示

在进行菜单模块的数据设计时，首先要做的工作就是根据系统的需求，从整体上设计好菜单结构并画出其抽象表示图。对于多级文本菜单，其抽象表示图实际上就是一棵树。本文以附图为例简单说明一下抽象表示图的涵义。

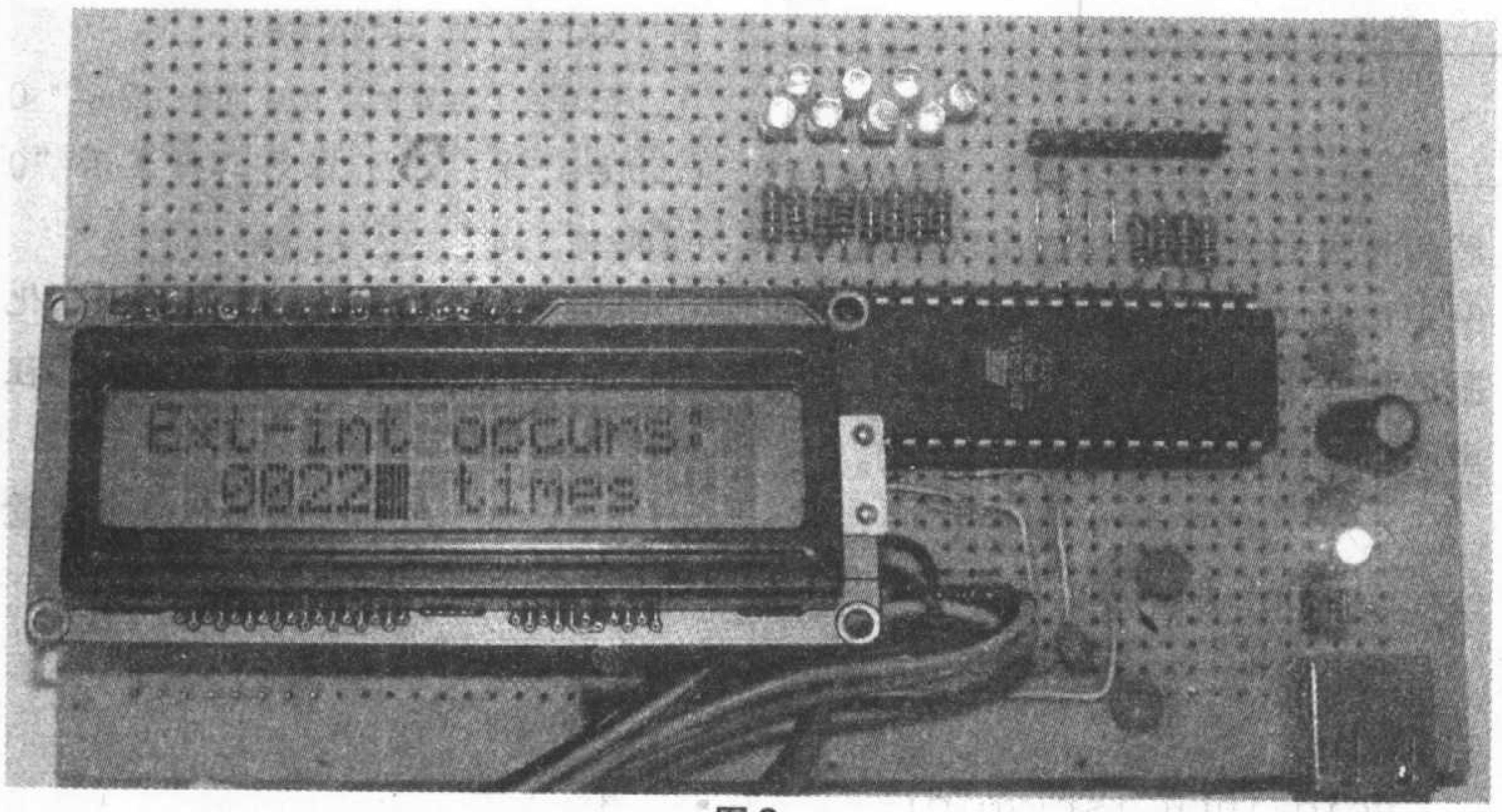


图2

将中断次数个十百千位分别放入数组用于显示

```
        {
            temp_show[3-i] =
temp % 10;
            temp = temp / 10;
        }
        DataWrite(2,2,
temp_show); //显示当前中断发生次数
        delay_ms(2);
        act_flag = 0;
        SEI();
    }
}
```

主程序首先完成各种初始化，之后进入while(1)循环，显示extint_count的最新值。

编译程序，将hex文件下载入ATmega16，插上LCD，按下按键观察LCD上显示内容的变化。然后将外部中断0的初始化方式依次换成以下代码，编译并观察其在ATmega16上的运行结果，见图2。

1.低电平触发中断

MCUCR=0x00; //INT0引脚上的低电平触发中断

GICR=0x40; //外部中断0请求使能

2.上升沿和下降沿都触发中断

MCUCR=0x01; //INT0引脚上的上升沿和下降沿都触发中断

GICR=0x40; //外部中断0请求使能

3.上升沿触发中断

MCUCR=0x03; //INT0引脚上的上升沿触发中断

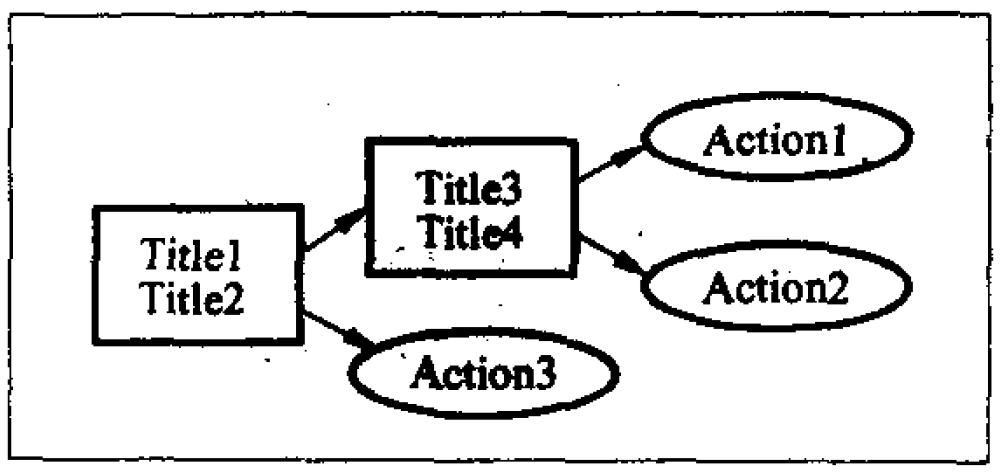
GICR= 0x40; //外部中断0请求使能

完整程序见本期配刊光盘。

篇后练习

AVR的外部中断具有这样的特性：如果设置外部中断使能，即使INT0/INT1设置为输出方式，外部中断仍然会被满足条件的电平所触发。利用这一特性，可以实现软件产生中断。请思考软件产生中断是如何实现的？编写相应的程序进行验证。

编者注：为方便读者学习、应用AVR单片机，若您在阅读“走进精彩的AVR单片机世界”系列文章时有任何疑问，可通过Email：atmega16@tom.com与作者联系。



图中方形结点表示系统中的各个级联菜单，椭圆形结点表示用户选择相应菜单项时要执行的功能函数。图中有一个一级菜单和一个二级菜单。一级菜单有两个菜单项，其标题分别为Title1和 Title2。二级菜单有两个菜单项，其标题分别为Title3 和 Title4。将多级文本菜单抽象成这样的一种树形结构后，用户在菜单上操作的过程就变成了对相应树结点进行访问的过程。为了后面叙述方便，以下称方形的结点为菜单结点，椭圆形的结点称为动作结点。

多级文本菜单的数据结构

在画好多级文本菜单的抽象树形结构图后，接下来就对该树形结构进行类型定义和数据定义。先对菜单结点和动作结点这两种类型的结点分别进行定义。

1.定义菜单结点类型

```
typedef struct tagMenuNode{ //菜单结点数据类型的定义
    MENU_ITEM *MenuItems; //菜单项数组
    unsigned char ItemCount; //菜单项个数
    unsigned char ParentNodeID; //菜单结点的父结点ID
}MENU_NODE;
```

在菜单结点数据类型中，第一个是菜单项数组，第二个是菜单项个数，第三个是菜单结点的父结点ID。一个菜单结点中多个菜单项是由菜单项数组来描述的。其中菜单项类型的定义如下：

```
typedef struct tagMenuItem{
    char *Title;//菜单项的标题
    char NodeID;//菜单项对应的子结点ID
}MENU_ITEM;
```

2.定义动作结点类型

动作结点的定义比较简单，仅包含该动作结点对应的功能函数指针和该动作结点的父结点ID：

```
typedef struct tagLeafActionNode{ //动作结点类型的定义：
    void (*execute)(); //指向动作结点对应的功能函数的指针
    unsigned char ParentNodeID; //动作结点的父结点ID
}LEAF_ACTION_NODE;
```

3.声明和定义各个结点

在定义好两种结点的数据类型后，就可以根据菜单结构的树形图来声明和定义各个结点的数据了。在低端的嵌入式系统中，RAM资源往往比较有限，因此，要使用相应的编译指令将各个结点的数据编译到ROM中去，这里不再赘述。

多级文本菜单的控制逻辑

多级文本菜单的控制代码部分是比较独立的，完成的功能是根据用户的选择来访问对应的结点。如果当前访问的结点为菜单结点，则调用doMenu(NodeID)在该菜单结点上进行菜单选择，并根据用户的选择来设置下一次循环中要访问的结点。如果当前访问的结点为动作结点，则在执行完相应动作结点的功能函数后，设置动作结点的父结点为下一次循环中要访问的结点。也就是说，在执行完该动作结点的功能函数后，在下一次循环中又返回到动作结点的父结点，继续调用 doMenu(NodeID)进行菜单选择。

可见，在访问到菜单结点时，所调用的函数都是 doMenu()，这样就使得菜单管理得到了集中统一处理。而访问到动作结点时，调用的则是各个动作结点所对应的功能函数。这些功能函数是在其他模块中实现的，动作结点通过各自的函数指针来调用这些功能函数。这样做的好处是菜单模块与其他模块的耦合性比较低，符合模块化编程的要求。

函数doMenu()使用参数NodeID来获知现在正在哪个菜单结点上进行操作。一方面doMenu()显示当前结点的所有菜单项供用户选择，并高亮显示被选中的菜单项。另一方面doMenu()对用户的按键进行处理：按KEY_UP就上翻一个菜单项，按 KEY_DOWN就下翻一个菜单项，按KEY_OK则返回被选中的菜单项所指向的子结点ID，按KEY_CANCEL则返回该菜单结点的父结点ID。

总结

本文介绍了一种树形文本菜单的实现方法，在设计时先将文本菜单抽象为一个树形结构，然后定义其数据结构来描述该树。数据结构的设计主要是考虑了系统的简洁性，因而对树形结构的描述采用了数组的方式而没有使用动态链表。另外，按本文的方法将文本菜单抽象为一个树形结构后，用户在菜单上操作的过程就变成了对相应树结点进行访问的过程，这使得菜单控制部分的代码比较简洁。菜单管理部分很容易作为一个相对独立模块进行实现，与其他模块的耦合性比较小。在需要对菜单结构进行调整时，只需对描述树形结构的数据进行集中修改即可，不会影响到其他模块。在一些比较复杂的应用中，可能会有动作结点不是叶子结点的情况，本文没有实现这种非叶子结点的动作结点。但在本文的基础上，稍做改动就可以实现这种类型的结点，读者可自己试一下。

增强型的STC89C51系列单片机简介

文 / 邢矫健

STC89C51系列单片机是从引脚到内核都完全兼容标准8051的单片机，有PDIP-40、PLCC-44、PQFP-44三种封装形式(见图1)。STC89C51/52/53/54/55/58/516芯片分别含有4K/8K/15K/16K/20K/32K/64K字节FLASH ROM供用户编程使用。除了内含FLASH ROM容量的不同外，STC89C系列单片机还分成STC89C5xRC/RD+（VCC为5V）、STC89LE5xRC/RD+(VCC为3.3V)、STC89LE5xAD（VCC为3.3V,带8位A/D转换电路）等型号。其中51/52/53型号后缀为RC，表明片内集成了512字节RAM。54/58/516型号后缀为RD+，表明片内集成了1280字节RAM。后缀为AD则表明片内集成了A/D转换电路和512字节RAM。

STC89C系列单片机是高速／低功耗的新一代8051单片机，最高工作频率可分别达到25MHz～50MHz，具体在芯片上的型号名称后以“--XX”标注。STC89C系列单片机有较宽的工作电压，5V型号的可工作于3.4V～6.0V，3.3V型号的可工作于2.0V～4.0V（ISP/IAP操作时对电压要求会稍严）。正常工作模式下的典型耗电为4mA～7mA，空闲模式为2mA，掉电模式（可由外部中断唤醒）下则小于0.1μA。

此外，STC89C系列单片机在完全兼容8052芯片（在标准8051基础上增加了T2定时器和128字节内部RAM）的基础上，新增了许多实用功能，下面就这些新增功能及使用方法逐一介绍。

一、ISP与IAP编程方式

STC89C系列单片机芯片内置了ISP（在系统可编程）/IAP（在应用可编程）功能，无需专用编程器即可通过串口（P3.0/P3.1）用STC提供的STC－ISP.exe软件进行烧录。

新出厂的STC89C51系列单片机芯片，已经设置为单片机彻底放电后再复位，即会先进行ISP监控。当单片机检测到P3.0/RxD引脚有合法的下载命令流时，就会先将用户程序下载并烧录到用户程序区，再运行用户程序，否则软复位到用户程序区，运行用户程序。在进行ISP烧录时，可以选择下次冷启动时是依旧先进行ISP监控，还是需要P1.0和P1.1引脚同时为0才进行ISP监控，否则跳过ISP监控直接运行用户程序（见图2）。

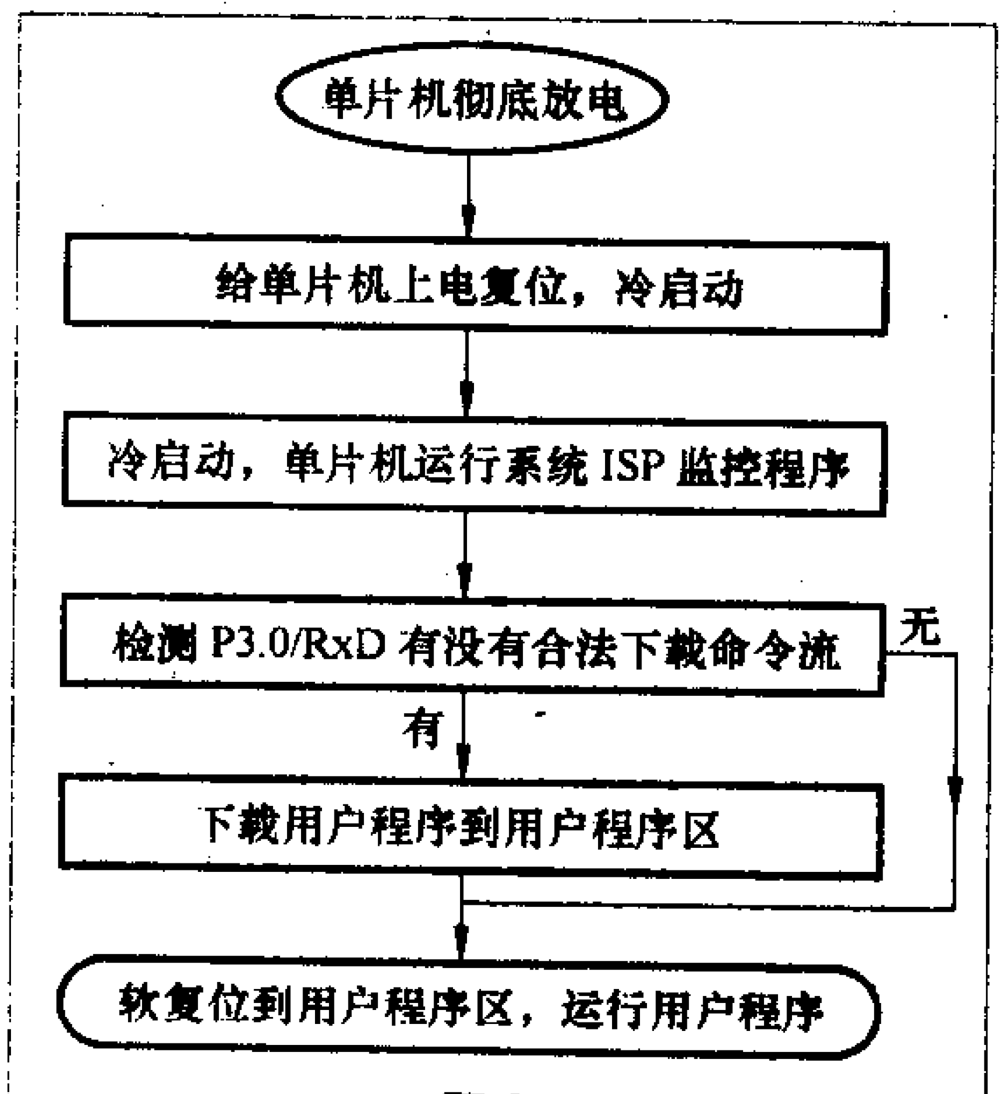


图2

二、6时钟／机器周期模式

标准的8051每个机器周期为12时钟。增强型的STC89C系列单片机在进行ISP烧录程序时，可以设置为6时钟／机器周期（双倍速）或12时钟／

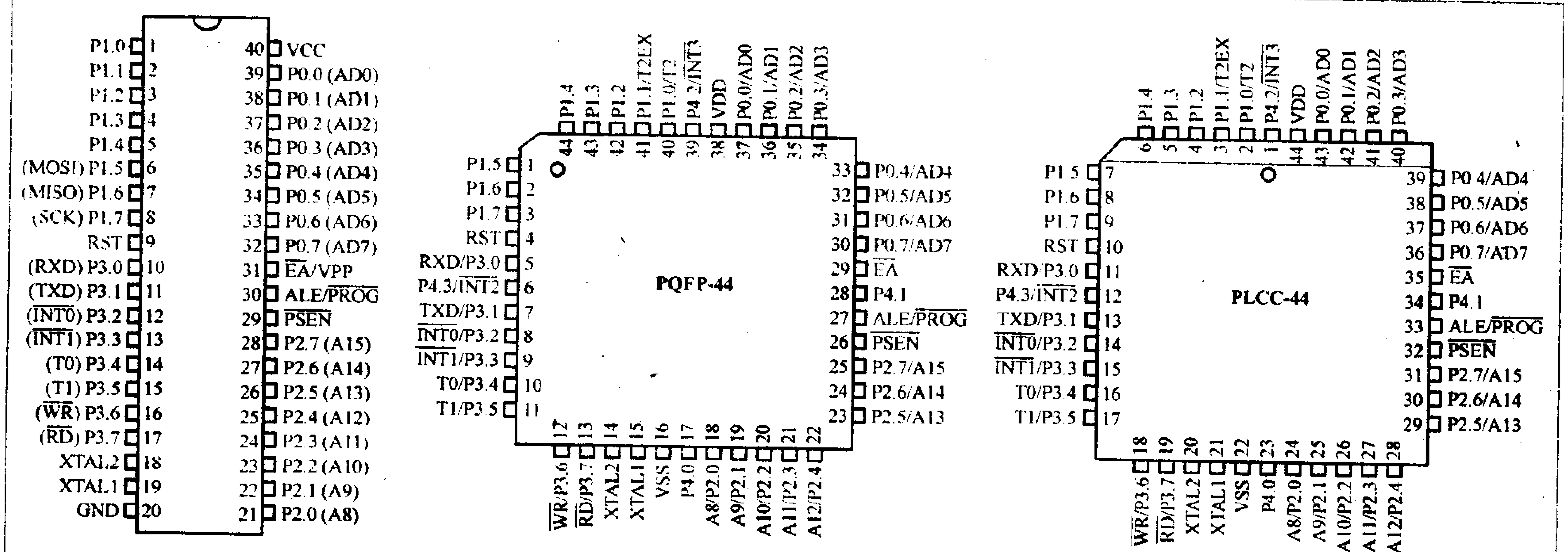


图1

机器周期工作模式。

6时钟／机器周期（双倍速）工作模式下，定时器的计数速度会加倍，相应的12时钟／机器周期模式下的串口波特率也会加倍，因此单片机使用的最高的波特率可以提高一倍。

三、降低单片机对外部电磁辐射

通过设置6时钟／机器周期（双倍速），可以将外接晶振频率降低一半，能有效降低对外部电磁辐射（EMI）。更重要的是，STC89C系列单片机可以关闭ALE输出，最有效地降低EMI。通过将ALEoff位（AUXR.0)置1，可以使ALE引脚仅在读取外接存储器时才有变化电平输出，从而降低对外部电磁辐射。

四、内部扩展RAM

STC89C系列单片机中的51/52/53（RC系列）在原有8052共256字节RAM的基础上，又扩展了256字节RAM，共有512字节RAM（000H～1FFH）。54/58/516（RD+系列）则扩展了1024字节RAM，共有1280字节RAM（000H～3FFH）。

通过设置EXTRAM位（见表1），

表1

SFR名称	地址	7~2	1	0	复位值	备注
AUXR	8EH	-	EXTRAM	ALEoff	xxxx,xx00	只写

在使用MOVX @DPTR,A/MOVX A,@DPTR指令时，如访问在内部RAM范围内将会访问到内部RAM，超出此范围才会访问外部RAM。访问内部RAM时，不影响P0口/P2口/P3.6/P3.7。

需要注意的是，部分型号的AUXR是只写寄存器，如果去读，所读出的数值将是不确定的。

五、双DPTR数据指针

标准的8051只有一个16位的DPTR数据指针，这样在进行数据块复制等动作时，必须对源地址指针和目标地址指针进行暂存，编程会非常麻烦。STC89C系列单片机内有两个DPTR数据指针DPTR0/DPTR1，可以通过设置DPS位（AUXR1.0）方便地选择，DPS置0则选中DPTR0，置1则选中DPTR1。通过执行INC AUXR1指令，能对DPS快速切换，并不影响AUXR1的高位。此用法与PHILIPS单片机完全一致。

六、扩展P4口

从引脚图上可以看出，PLCC-44、PQFP-44两种封装方式比PDIP-40多出的4个引脚在STC89C51RC/RD+系列单片机上被做成了P4口(SFR地址为0E8H)，由P4.0～P4.3四条口线组成，使用方式上与原有I/O完全一致，可以位操作。

七、内置看门狗电路

RC/RD+型号的STC89C系列单片机均内置了看门狗电路。内置看门狗由看门狗定时器控制寄存器WDT_CONTR（见表2）控制。

表2

SFR名称	地址	7	6	5	4	3	2	1	0	复位值
WDT_CONTR	E1H	--	–	EN_WDT	CLR_WDT	IDLE_WDT	PS2	PS1	PS0	xx00，0000

EN_WDT位(WDT_CONTR.5)为看门狗允许位，置1时即启动看门狗。CLR_WDT位（WDT_CONTR.4）为看门狗清零位，置1则看门狗将重新计数，此位由硬件自动清零。IDLE_WDT位（WDT_CONTR.3）为看门狗空闲模式位，当置为1时，看门狗在“空闲模式”时继续计数，当清零时，看门狗在“空闲模式”时不计数。PS2～PS0位（WDT_CONTR.2～0）用于设定看门狗溢出时间，看门狗溢出时间＝(N × Pre-scale × 32768)/晶振频率。其中N为每个机器周期的时钟数，标准模式为12，双倍速时为6。Pre-scale为PS2～PS0位所设定的预分频值。

八、软复位功能

STC89C系列单片机新增加的ISP_CONTR特殊功能寄存器（SFR地址为0E7H)，实现了单片机系统软复位（热启动之一）功能。用户只需简单地控制ISP_CONTR特殊功能寄存器的其中两位SWBS/SWRST就可以系统复位了。SWBS位(ISP_CONTR.6）选择从用户应用程序区启动（0），还是从ISP程序区启动（1）。要与SWRST位配合才可以实现，SWRST位（ISP_CONTR.5）置0则无操作，置1则实现系统复位，硬件自动清零。软复位与硬件复位一样，所有的特殊功能寄存器都会复位到初始值，I/O口也会初始化。

九、带A/D功能的89LE系列

STC89LE51/52/54/58/516AD型号均内带一个8位精度的高速A/D转换器，扩展RAM均为256字节（共512字节，仅能用MOVX A，@Ri/MOVX A，@Ri指令访问），不能设置6时钟／机器周期（双倍速）模式，其余均与前几部分相同。另有一款STC89LE516X2，比STC89LE516AD增加6时钟／机器周期（双倍速）模式。A/D转换器为电压输入型，可做按键扫描、电池电压检测、频谱检测等。

STC89LE516AD/X2系列允许将P1.0～P1.7作为A/D口使用，P1_ADC_EN特殊功能寄存器（SFR地址为097H）作为A/D转换输入通道允许控制，相应位为“1”时，对应的P1.x口被允许作为A/D转换使用，内部上拉电阻自动断开。

十、性价比

目前，STC89C51/52/53RC报价分别为5.7/6.7/9元，STC89C54/58/516RD+报价11/15/17元，STC89LE54/58/516AD报价分别为11/12.5/14元。与市面上类似的芯片相比，有较高的性价比。

“变频”智能水位控制电路

文/乔晋兴

水资源紧缺，已经引起全社会的关注。如何节约用水、有计划地用水已成为电子工作者设计供水系统时必须考虑的问题。很多供水系统采用二级供水方案，即先用潜水泵提取井水到蓄水池，再用变频系统把水源送出。这就要求蓄水池的水位必须保持在一定高度，还得防止溢水。为此大家想过很多方法，如浮球干簧管开关电路、水漂式上下水位控制开关电路和只有能控制一路水泵的控制器。但这些装置易产生接触不良、不易控制多级水位、不易远地观察到水位指示状态等现象。

本文向大家介绍的智能水位控制电路，可根据缺水多少的不同情况智能化地启动不同数量的水泵，即缺水少时少量水泵工作，缺水多时多台水泵同时工作，及时补足水量。电路采用宏晶科技STC系列单片机作为主控芯片，可以实现三路水泵水位指示及控制的功能。

工作原理

电路方框图和原理图如图1、图2所示。U1为可在线编程的STC89C58RD单片机，U6为指示灯输出驱动ULN2003A，U2～U5、U10～U13为N621系列光电耦合器，可靠的光电隔离是抗干扰的有效措施。SB为报警解除开关。

P1.0～P1.3为液位不同位置输入，低电平有效。P1.4～P1.7为不同液位时对应的输出控制电路，控制3台水泵

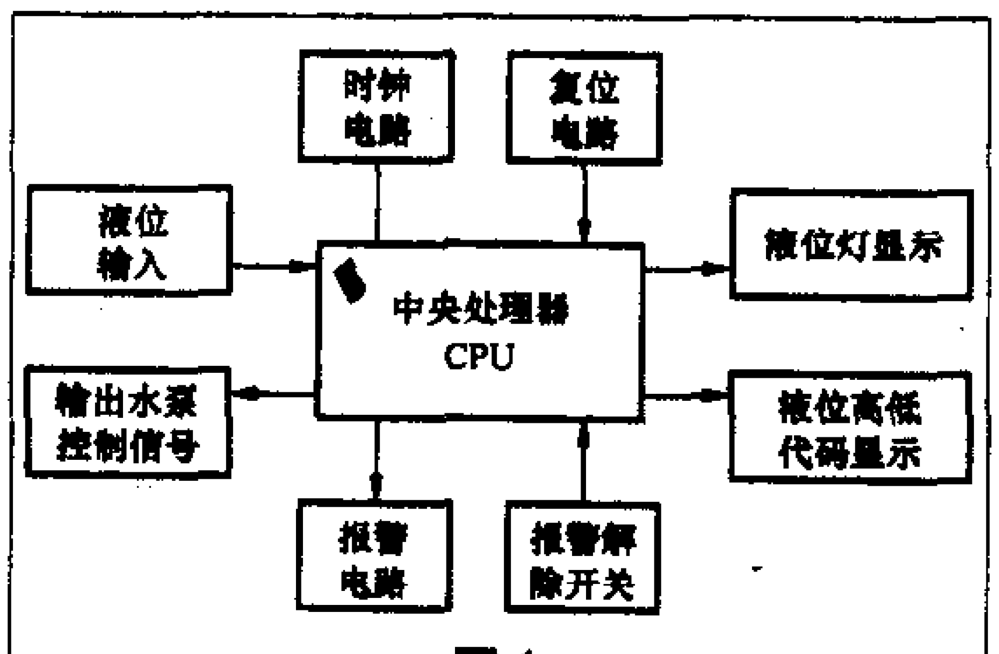


图1

的启动。P2.0～P2.3为相应的液位指示灯。P0.0～P0.7为清晰的液位代码数码管显示，用“0”代表4/4满水位，“1”代表3/4水位，“2”代表2/4水位，“3”代表1/4警界水位。本电路上电工作，如P1.0为高电平，电路不工作，没有触发的P1.0即控制的K1不工作，K1-1常开点断开水泵控制回路开路；P1.0为低电平，触发P1.4即K1工作，K1-1常开点闭合，水泵控制回路通路。同时P2.0为低电平输出指示灯VD5点亮，并且P0口输出“0”号代码代表满水位程度。接着查询P1.1若为高电平，电路不触发P1.5即K2不工作；若P1.1为低电平，电路触发P1.5即K2工作，K2-1常开点闭合，1号水泵工作，P2.0、P2.1输出低电平指示灯VD5、VD6点亮，并且P0口输出“1”号代码代表3/4水位程度。P1.2、P1.3与P1.1分析类同。当P1.3为低电平并且时间延时数分钟，水位还没有超过P1.3水位线，蜂鸣器HA开始报警，按SB一次可解除报警。

软件的流程图如图3所示，源程序见本期配刊光盘。

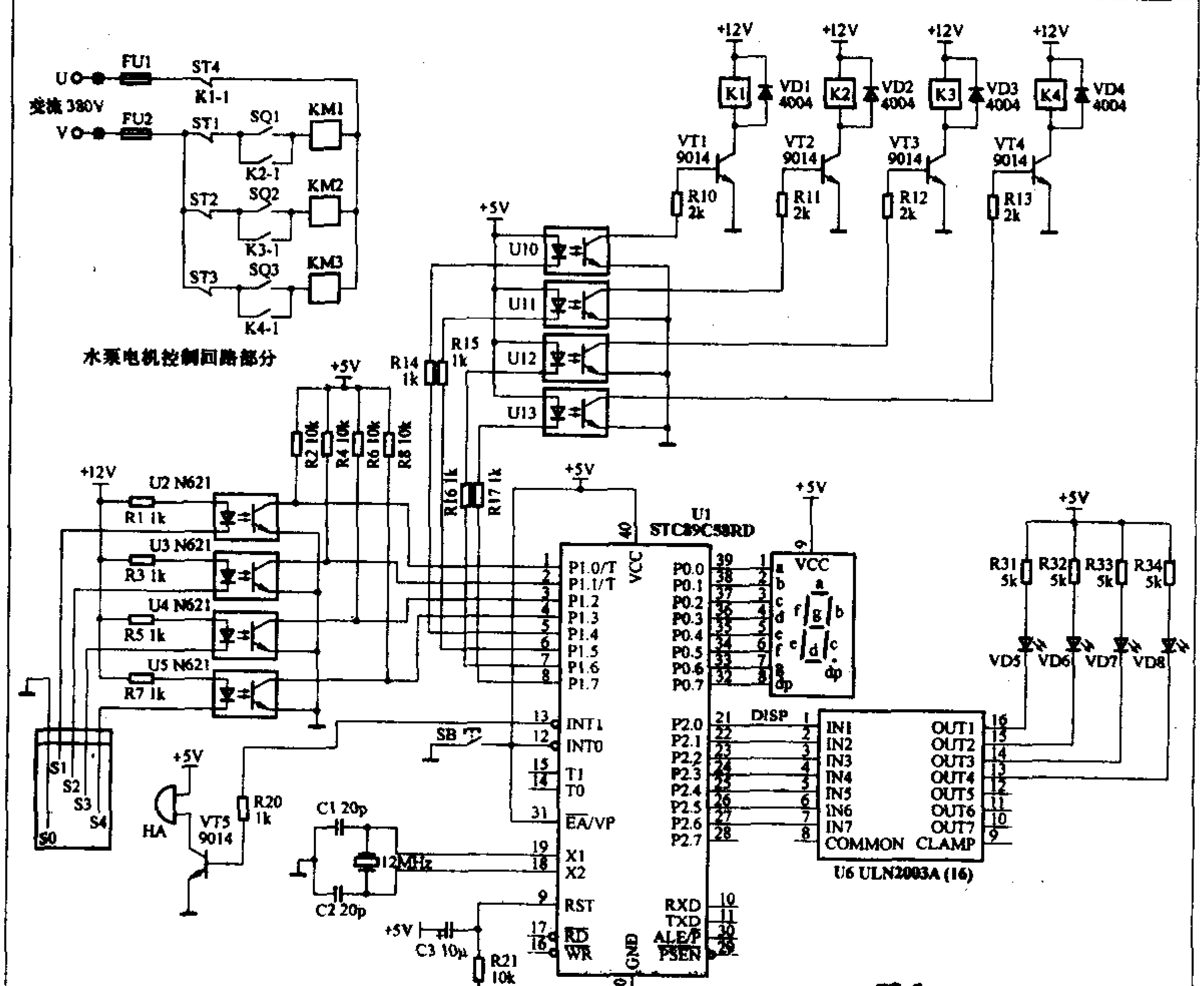


图2

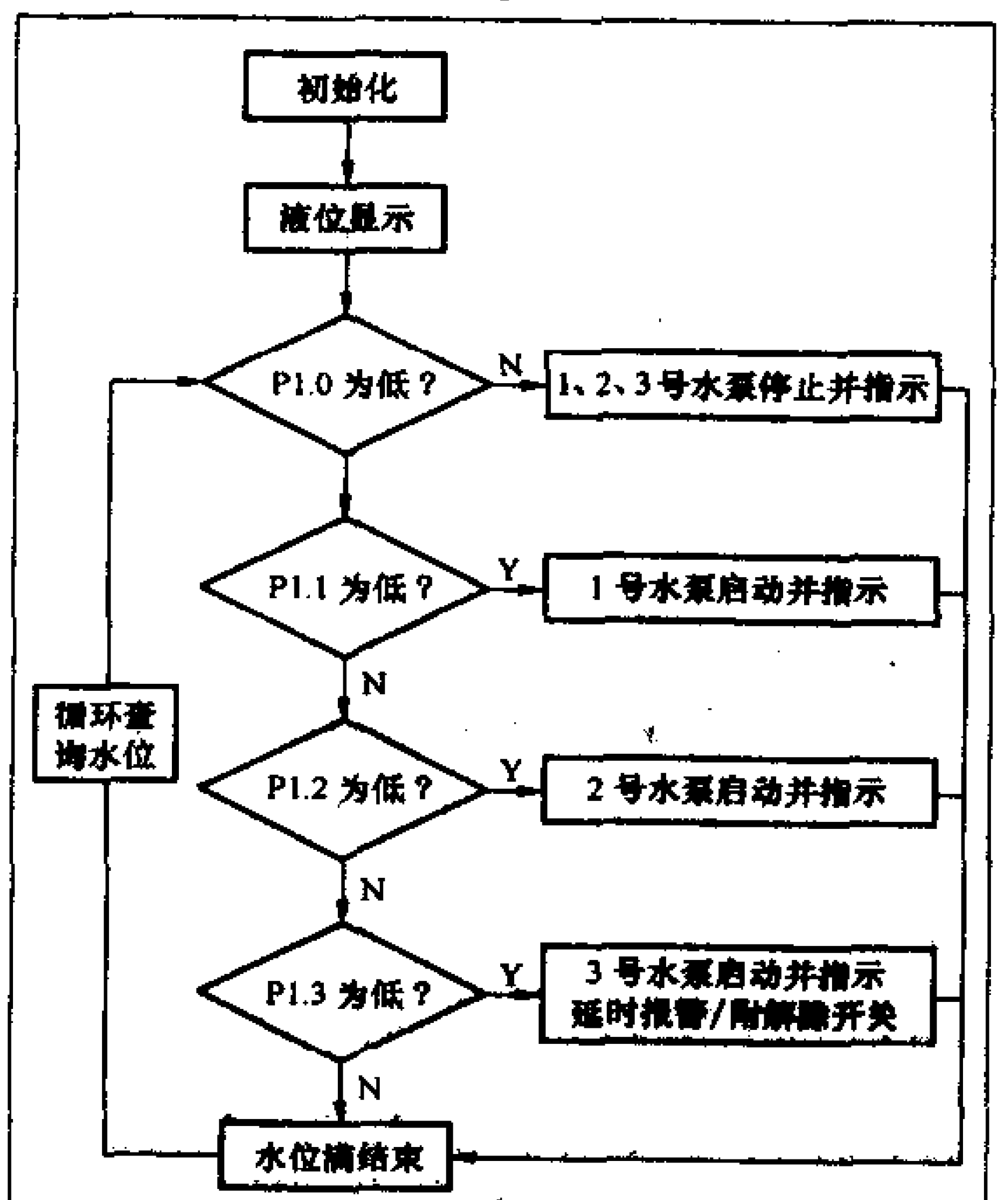


图3

计算机安装调试维修人员职业技能考核辅导专栏

DV摄录机的结构和原理（3）

文/韩广兴

一. DV摄录机的整机构成

DV数字摄录机的分解图如图1所示，从图可以看出它的内部结构，不同的摄录机外形不同，各部分的形状特征也不相同。

DV与8mm和VHS机的主要不同是将拍摄的图像变成标准格式的数字信号。DV摄录机的录像部分也是采用旋转磁头和螺旋扫描方式，磁带的运动速度和磁鼓的转速以及走带机构都是根据数字录像机的要求开发的。模拟录像机采用不分段记录方式，每场信号记录在一条磁迹上，磁鼓转速为1500转/分，DV数字录像机由于数据量很大，每一帧（两场）图像信号分别记录到12条磁迹上（NTSC为10条磁迹）。磁鼓的转速达9000转/分。

二. 典型DV摄录机的电路构成

NV-DS99摄录机是松下公司开发的袖珍式数码摄录机，它的整机电路方框图如图2所示。它使用微型DV带（Mini DV Cassertte Tape），标准数字记录格式；两种带速，SP方式：18.83mm/s，LP方式：12.57mm/s；信号制式为625行50场PAL制彩色制式，视频输出电平1V，75Ω，S-视频输出电平，Y为1V，C为0.3V。音频采用PCM数字记录格式、16bit（48kHz/2声道）、12bit（32kHz/4声道）。具有标准数字(DV)接口(i.Link，4引脚)。

摄像时的信号流程如图中箭头所示，景物图像经镜头投射到CCD摄像元件上，在CCD上将光图像转变成电信号，在同步信号的驱动下输出，送到CDS/AGC/AD电路（CDS是CCD信号的预放电路，AGC是自动增益控制放大器，AD是A/D变换器），将图像信号变成数字信号，送到摄像信号的数字处理电路DSP。在DSP中对数字视频图像信号进行处理，然后再送到数字视频编码解码处理电路，将数字视频图像按DV格式编码，形成统一标准的数字信号。这种数字信号送到多个电路中进行处理：

经视频输出电路变成模拟视频信号送到视频输出端。

送到音频/视频录放数据处理电路，与音频数字信号合成。然后送到磁头放大器，经旋转磁头将数字音频/视频信号记录到磁带上。

送给寻像器和LCD显示驱动部分：主要完成监视用液晶显示屏（LCD）和寻像器的驱动，将图像显示在显示屏和寻像器上。

电源部分：为摄录机提供各电路及器件所需的直流电压。

三. 摄像信号处理电路的基本原理

1. 摄像部分的电路构成

(1) DV机摄像电路

图3是摄像部分的简图。由图可见，它主要是由光学镜头组件、CCD摄像元件、消噪和AGC放大（摄像信号处理电路）、数字信号处理电路、视

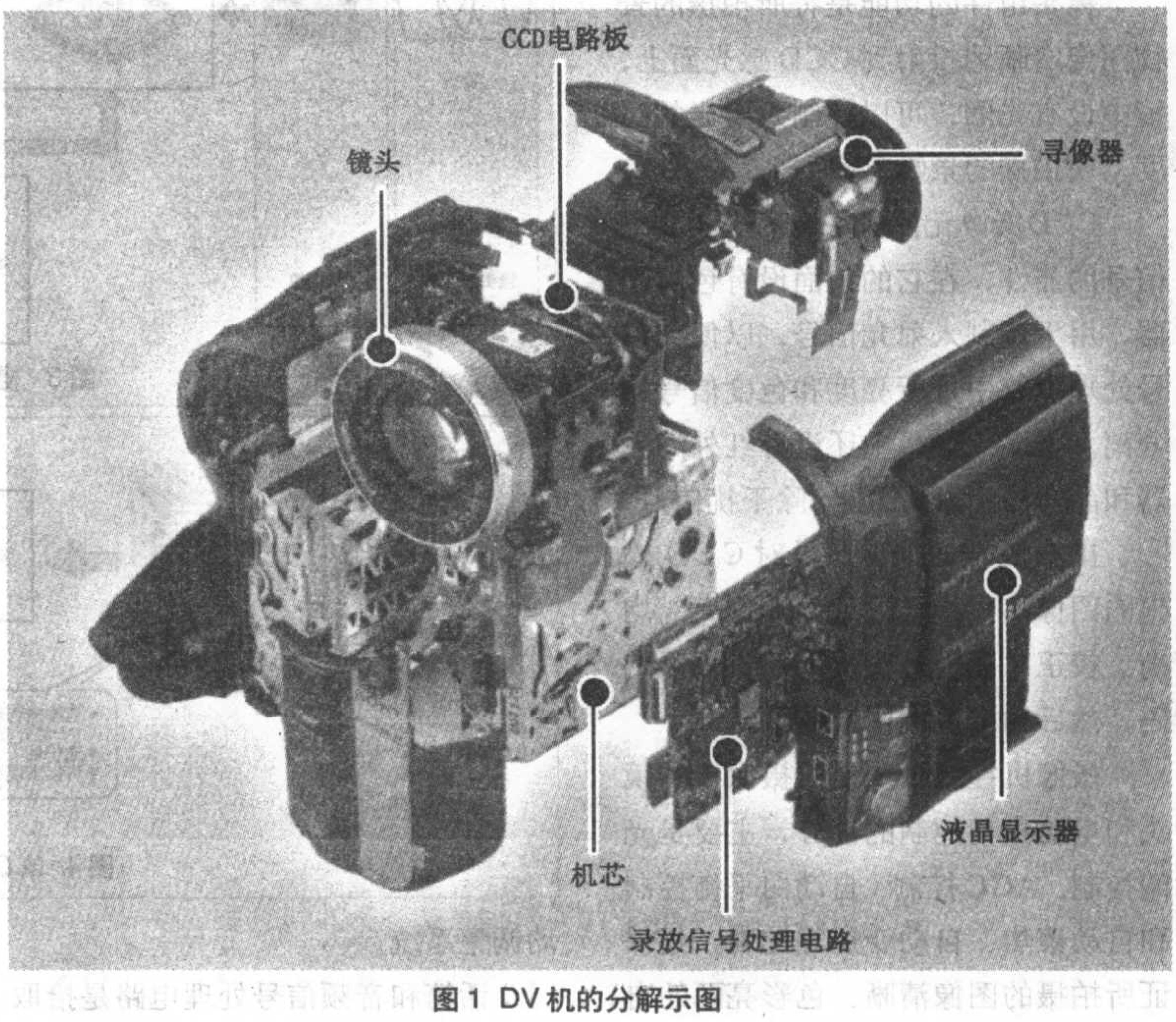


图1 DV机的分解示图

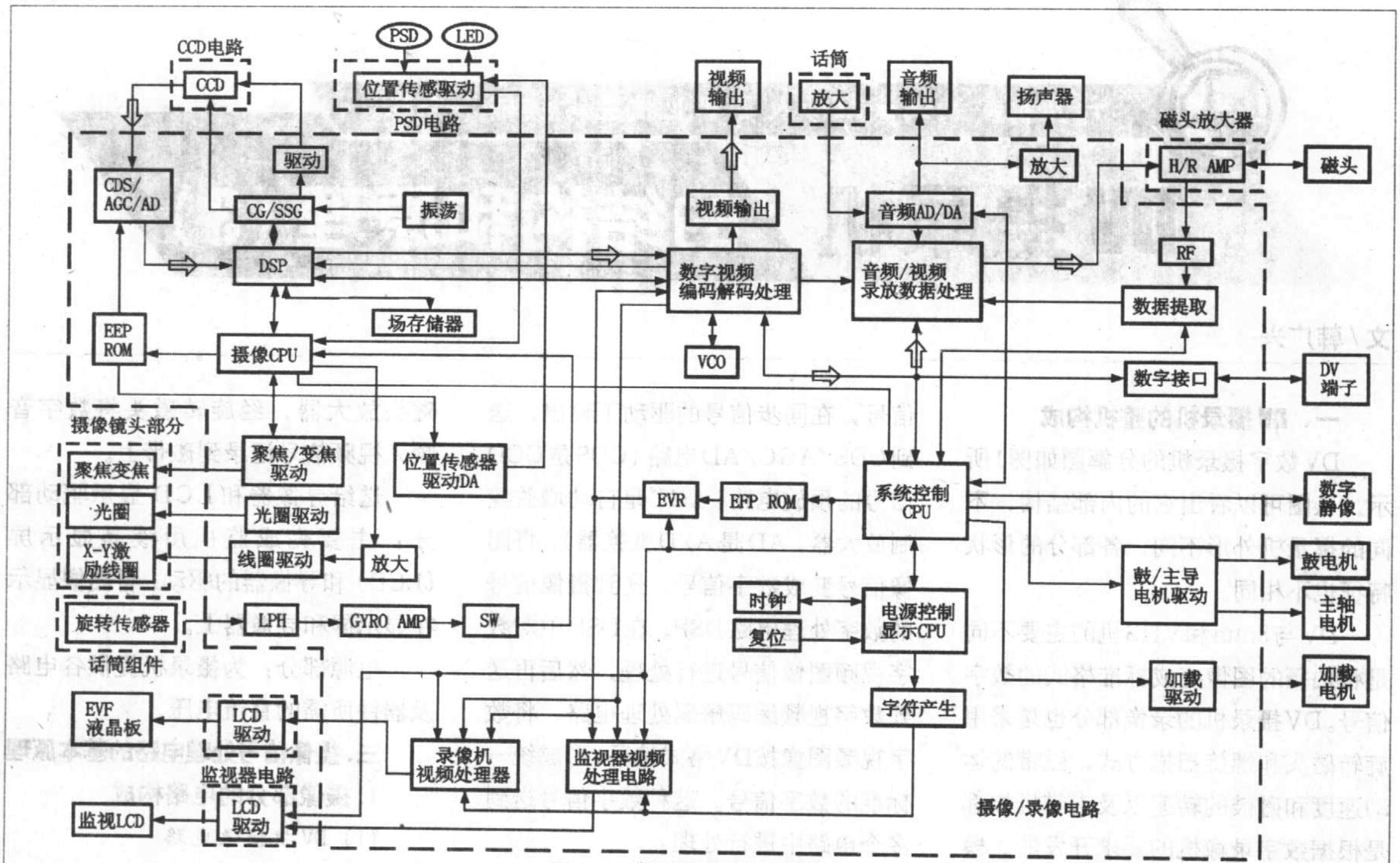


图2 DV摄录机的电路方框图

频编码和接口电路、摄像控制微处理器（CPU）、话筒和音频信号处理电路等部分构成。

镜头组件的功能是将所拍摄的景物图像清晰地投射到CCD感光面上，镜中设有光圈，可以控制入射光的强度，使拍摄的景物亮度均匀稳定。

CCD摄像元件是将光图像变成电信号的器件，在它的前面设有色滤光器，用于调制入射光信号，以便在信号处理电路中进行亮度和色度信号的分离。很多摄像机中还设有红外滤光器和晶体滤光器，用以滤除干扰信号。

摄像信号处理电路是对CCD输出的图像信号进行处理，即放大、均衡、校正、亮度色度提取等，再经编码，然后输出视频图像信号。

摄像机控制系统是对摄像机的镜头和电路进行控制的部分，主要是光圈控制、AGC控制、自动白平衡控制和自动聚焦、自动变焦等控制，是保证所拍摄的图像清晰、色彩亮丽的自动调整系统。

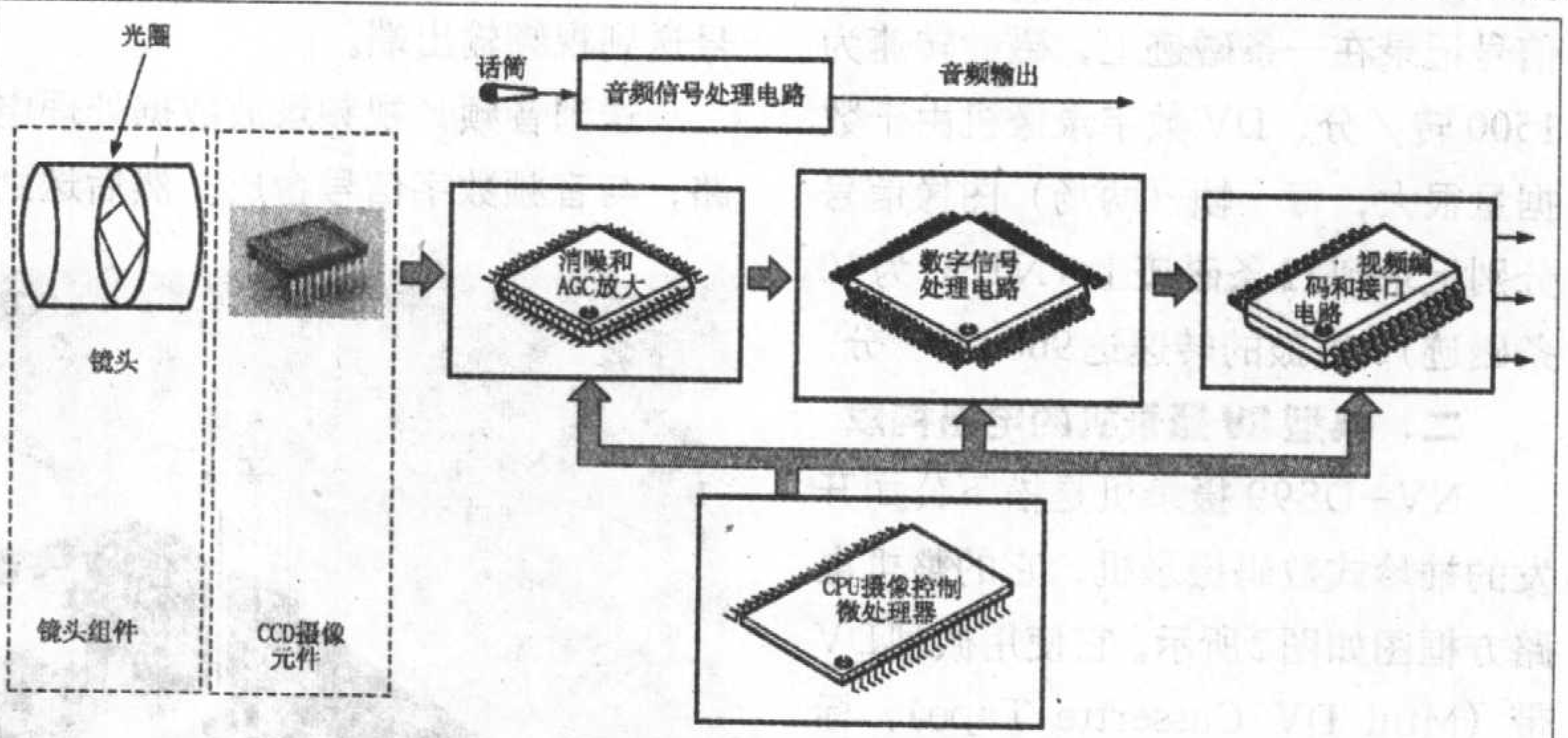


图3 摄像部分简图

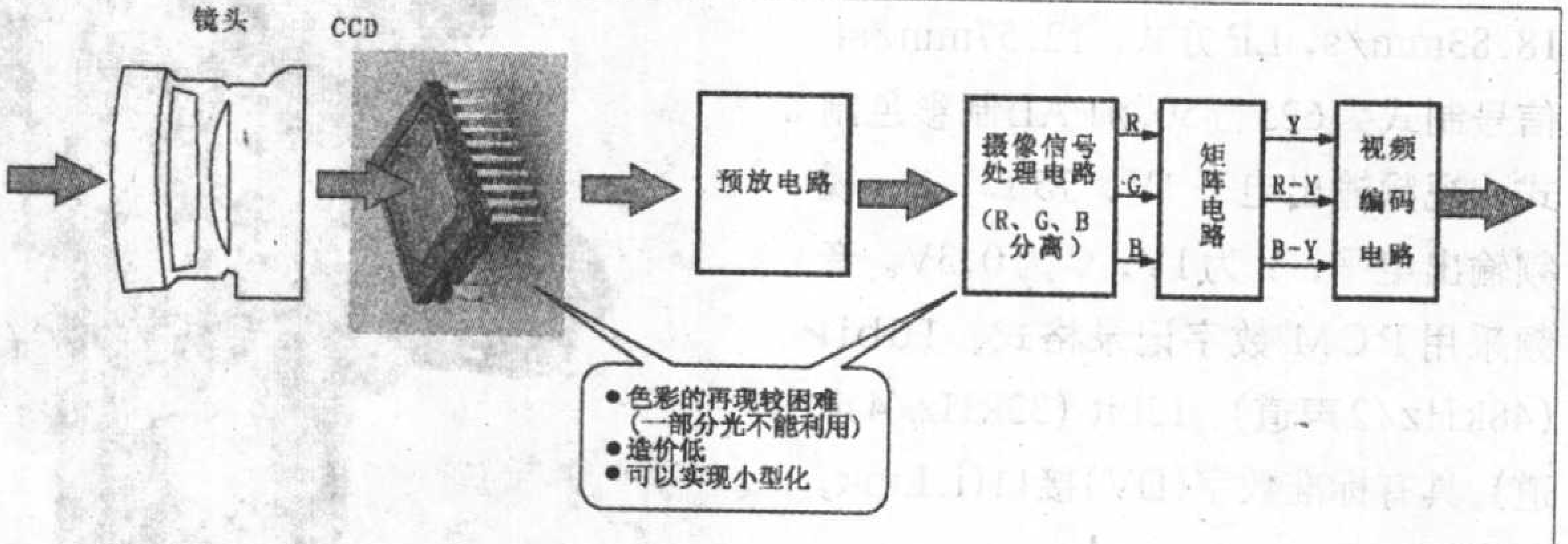


图4 单CCD摄像方式

话筒和音频信号处理电路是拾取伴音、放大信号的电路，以便与图像信号一起记录到磁带上。

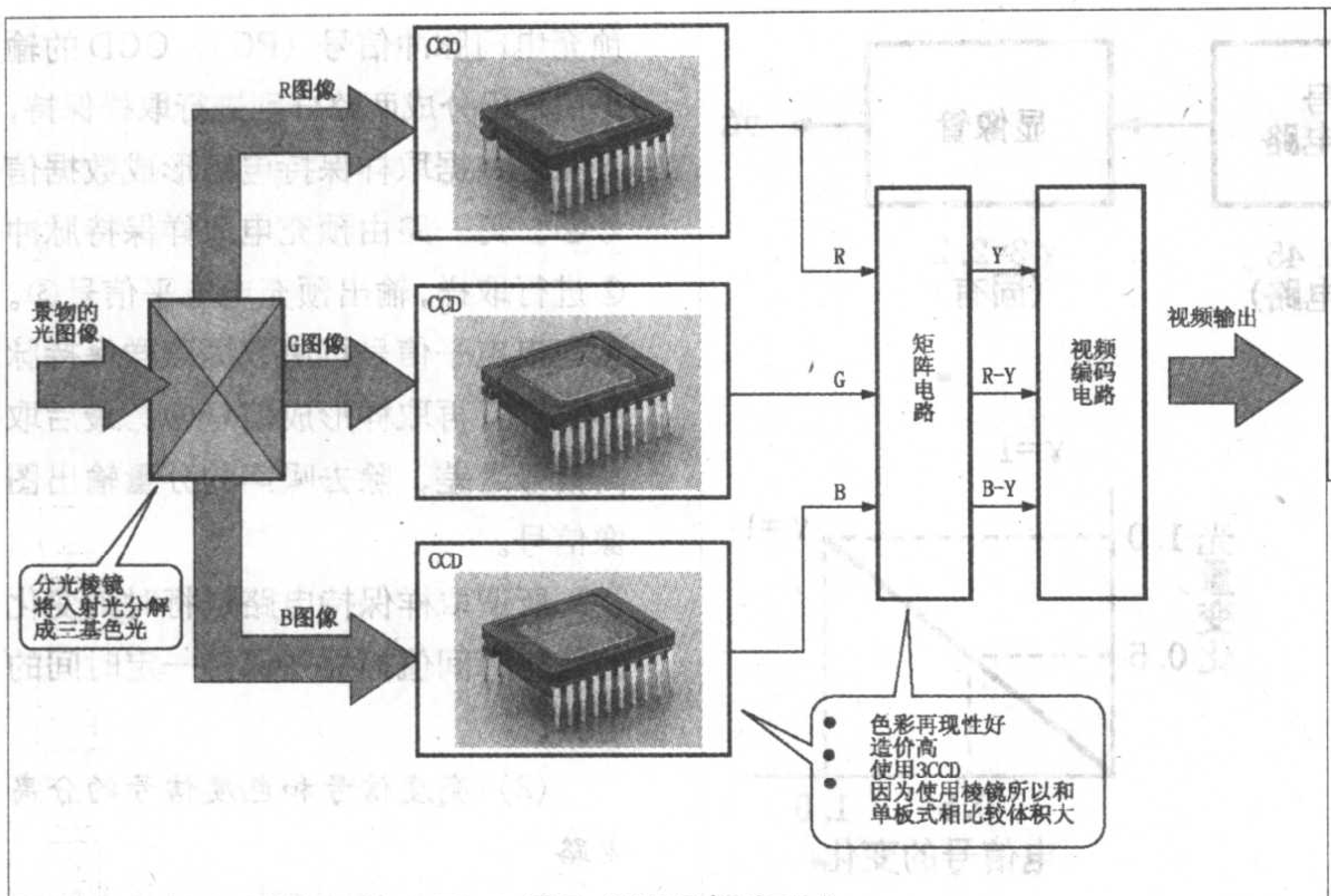


图5 3CCD摄像方式

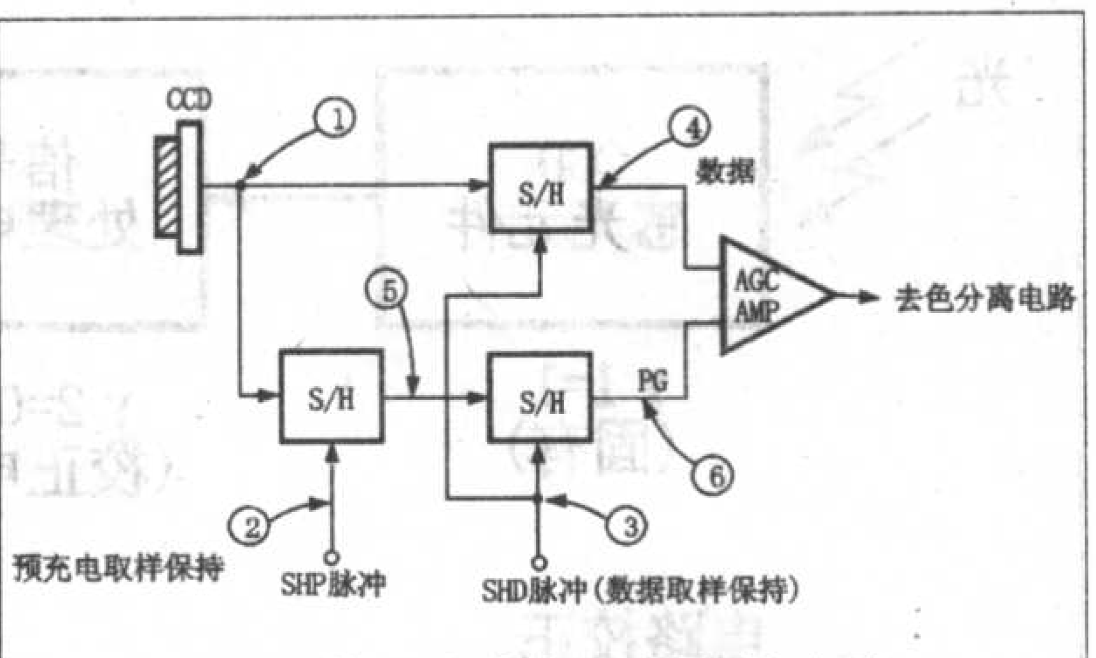


图7 信号分离和取样保持电路

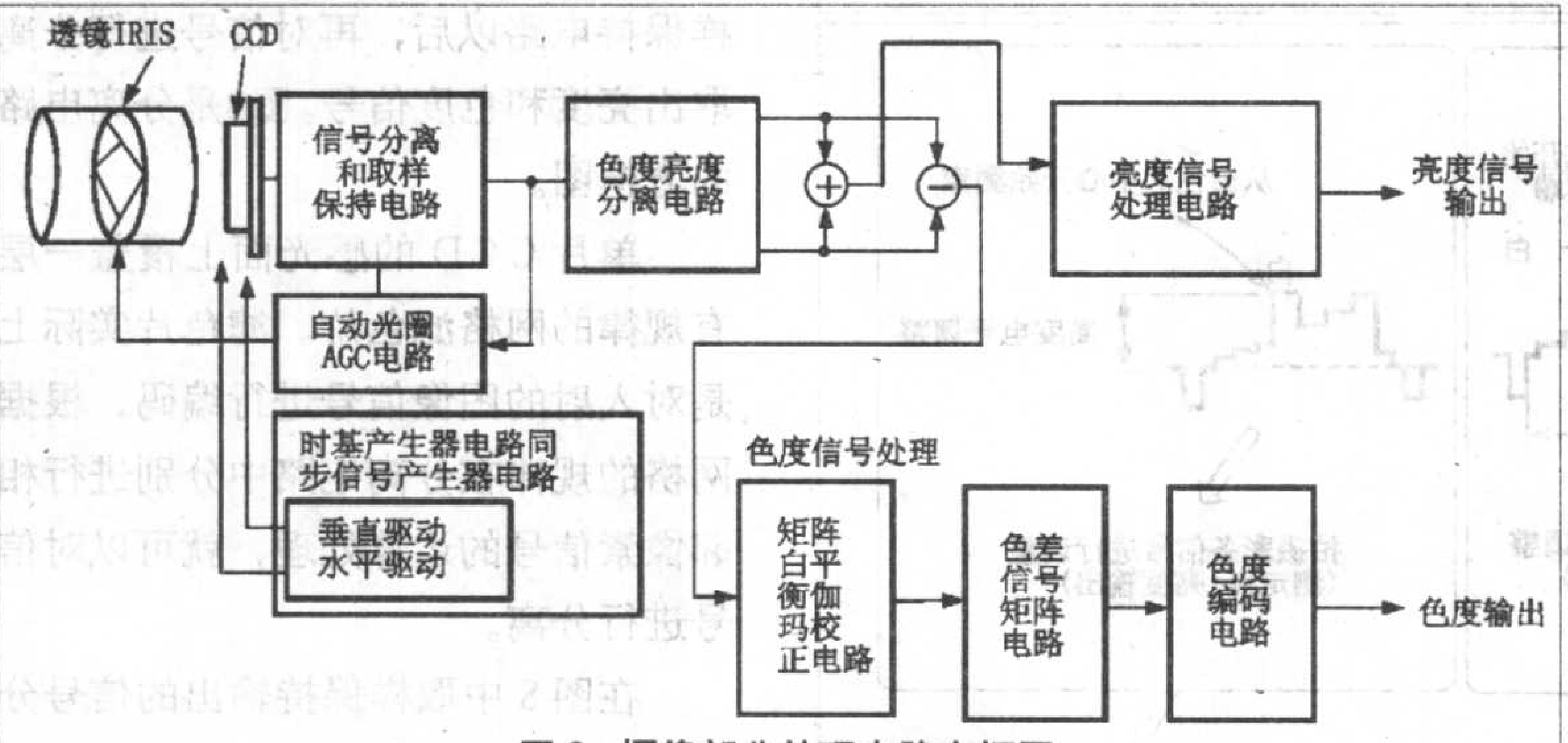


图6 摄像部分处理电路方框图

(2) 摄像元件及信号处理方式

市场上流行的摄录机通常都采用单片CCD方式，成本较低。档次较高的摄录机则采用3CCD方式。一般来说CCD器件的像素数越高，图像的清晰度也越高。图4是单片CCD摄录机的信号处理电路方框图。图5是3CCD摄像方式的示意图。3CCD摄像方式是在镜头的后面设有三个CCD，景物图像射入镜头后由分光棱镜将图像分解成R、G、B三基色图像。每一基色图像由一个CCD进行转换，三个CCD分别输出三个基色的图像信号，这样可以分别对三基色图像进行处理，然后再将R、G、B信号经矩阵电路处理形成亮度信号(Y)和两色差信号(R–Y、B–Y)。最后再进行编码处理输出标准视频信号（复合视频信号）。DV录像部分是直接记录数字式的亮度信号和两色差信号，这种方式色彩的再现性好，但体积较大，造价高。

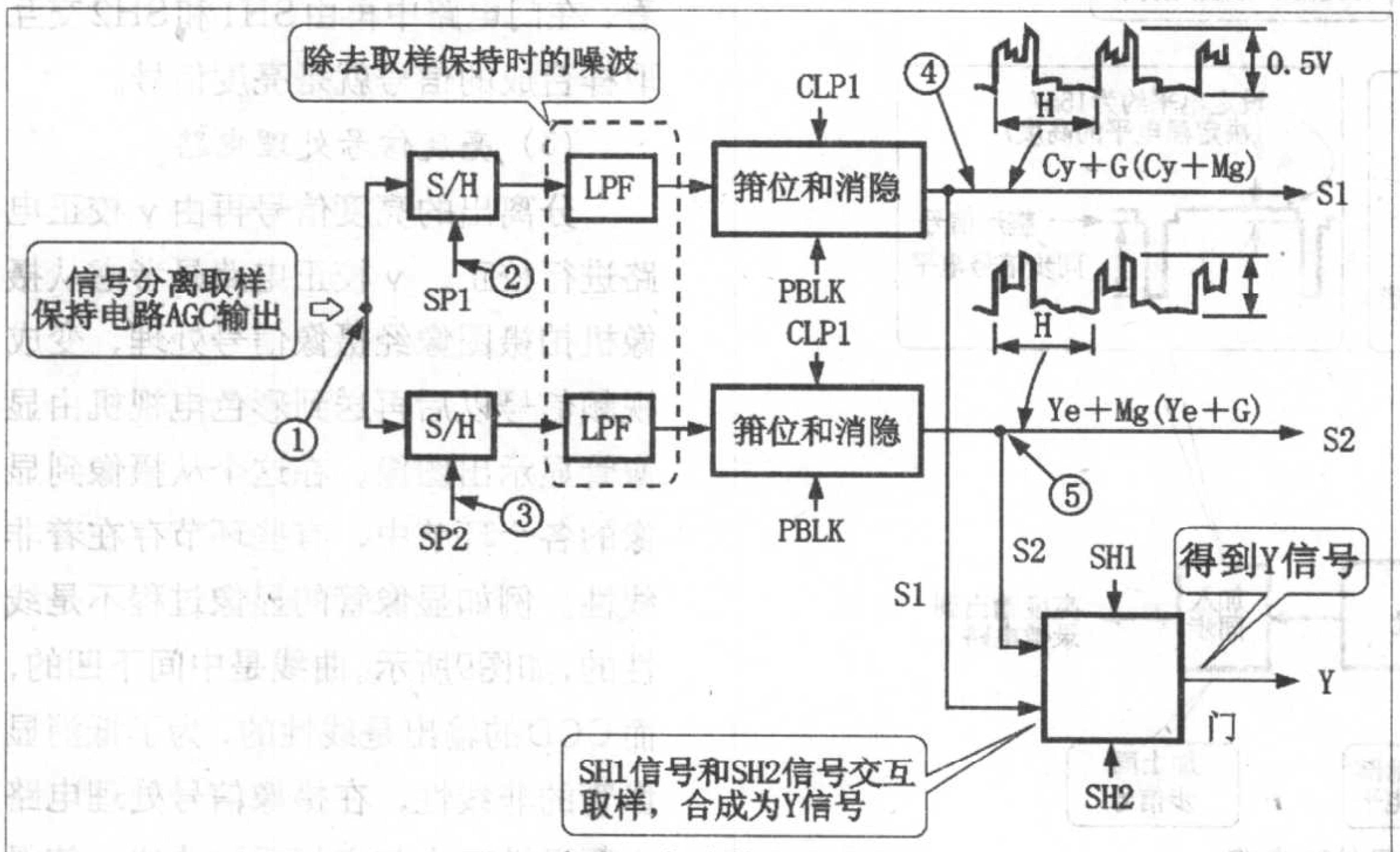


图8 亮度、色度信号分离电路

单CCD方式中只使用一个CCD摄像元件。由一个CCD输出的图像信号要进行信号处理，就需要在CCD元件上设置网格滤色片对色信号进行调制，以便在信号处理电路中对信号进行亮度和色度信号的分离。最后再经矩阵电路和编码电路形成视频信号。使用一个CCD成本较低、结构简单、体积小，但由于亮度色度信号分离比较困难，有一部分光不能充分利用。

2. 摄像部分的信号处理方法

图6是采用补色滤色片方式CCD的信号处理电路方框图。从图可见信号处理电路是由信号分离和取样保持电路，亮度色度分离电路、亮度信号处理电路、色度信号处理电路等部分构成的。

(1) 信号分离和取样保持电路

图7是信号分离和取样保持电路的结构，由CCD交替输出数据信号和

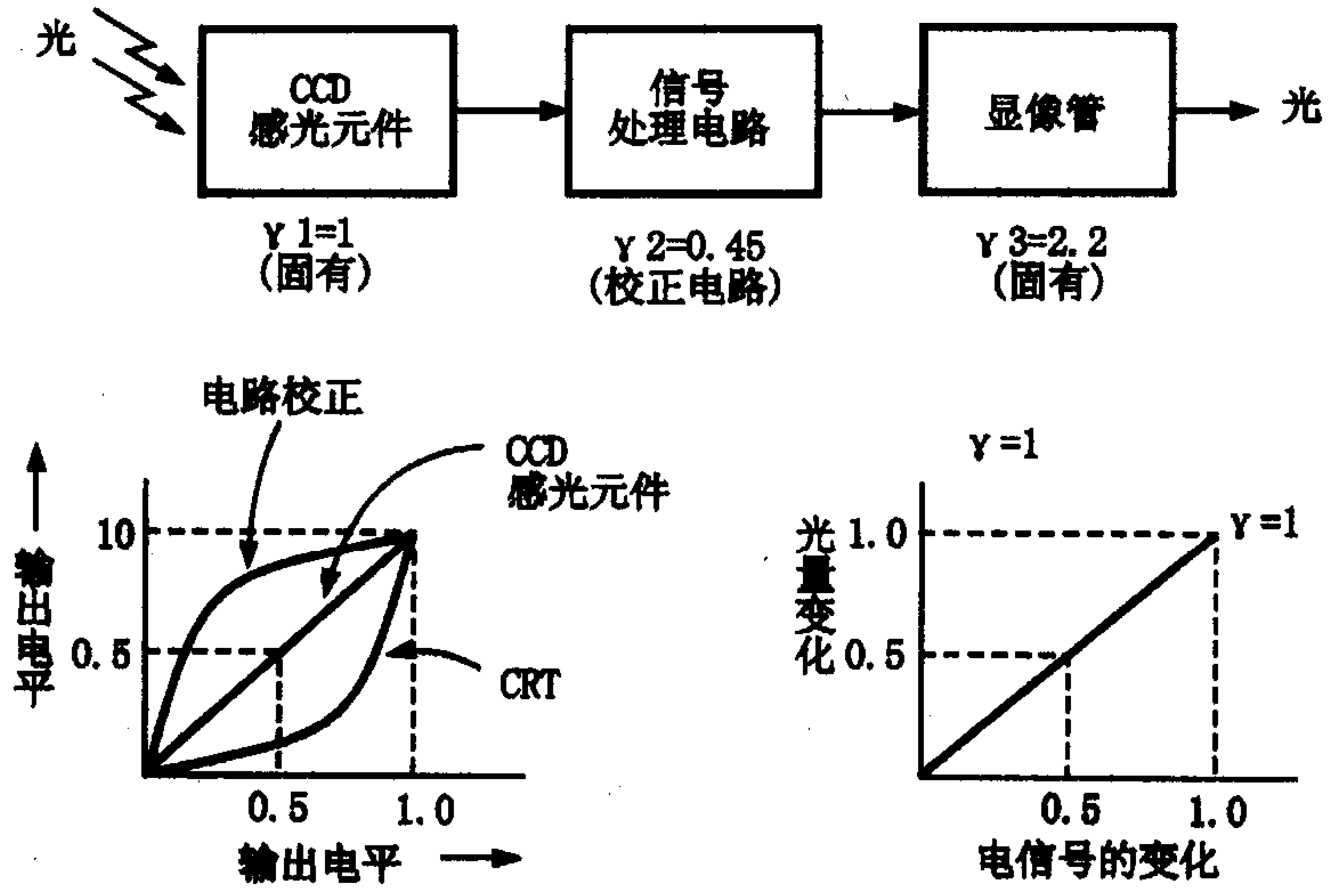


图9 γ校正电路

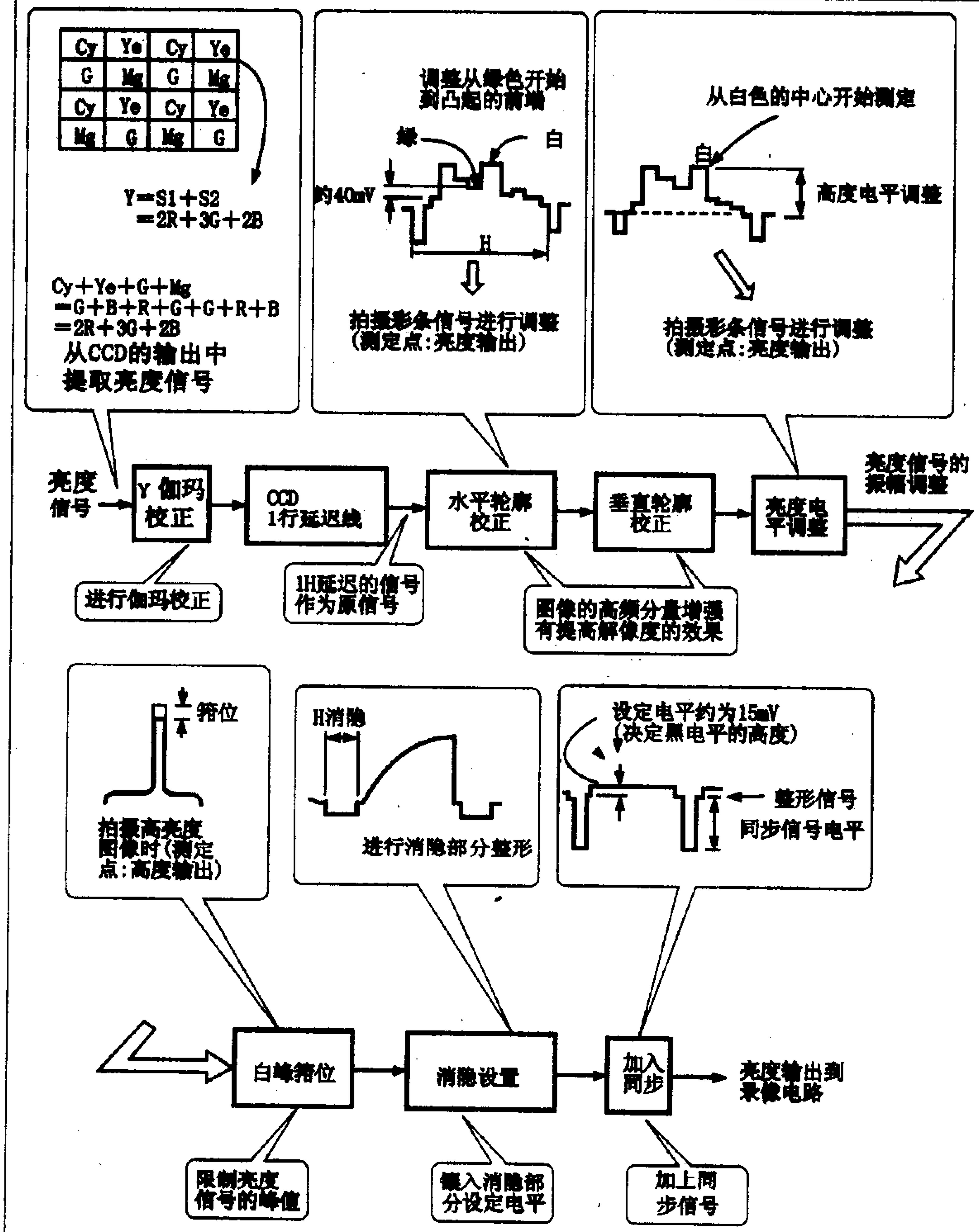


图10 亮度信号处理电路

预充电门脉冲信号（PG），CCD的输出信号①分成两路分别进行取样保持，一路经数据取样保持电路形成数据信号④。另一路由预充电取样保持脉冲②进行取样，输出预充电电平信号⑤。预充电电平信号再由数据取样保持脉冲③进行再取样形成信号⑥。最后取两信号之差，除去噪声的分量输出图像信号。

所谓取样保持电路是将时刻变化的信号瞬间值捕捉并保持一定时间的电路。

(2) 亮度信号和色度信号的分离电路

CCD图像传感器输出的信号经取样保持电路以后，再对信号进行分离取出亮度和色度信号。图8是分离电路的方框图。

单片CCD的感光面上覆盖一层有规律的网格滤色片。滤色片实际上是对入射的图像信号进行编码，根据网格的规律在分离电路中分别进行相邻像素信号的运算处理，就可以对信号进行分离。

在图8中取样保持输出的信号分成两路，分别由SP1和SP2两个取样脉冲进行取样。由于CCD是将相邻两像素单元的信号相加后再输出，分别得到两个信号S1和S2。从取样脉冲看，在门电路中再由SH1和SH2交互取样合成的信号就是亮度信号。

(3) 亮度信号处理电路

分离出的亮度信号再由γ校正电路进行校正。γ校正电路是考虑从摄像机拍摄图像经摄像信号处理，变成视频信号以后再送到彩色电视机由显像管显示出图像。在这个从摄像到显像的各个环节中，有些环节存在着非线性。例如显像管的显像过程不是线性的，如图9所示。曲线是中间下凹的，而CCD的输出是线性的，为了抵消显像管的非线性，在摄像信号处理电路中要设计一个与之相反的曲线，使得

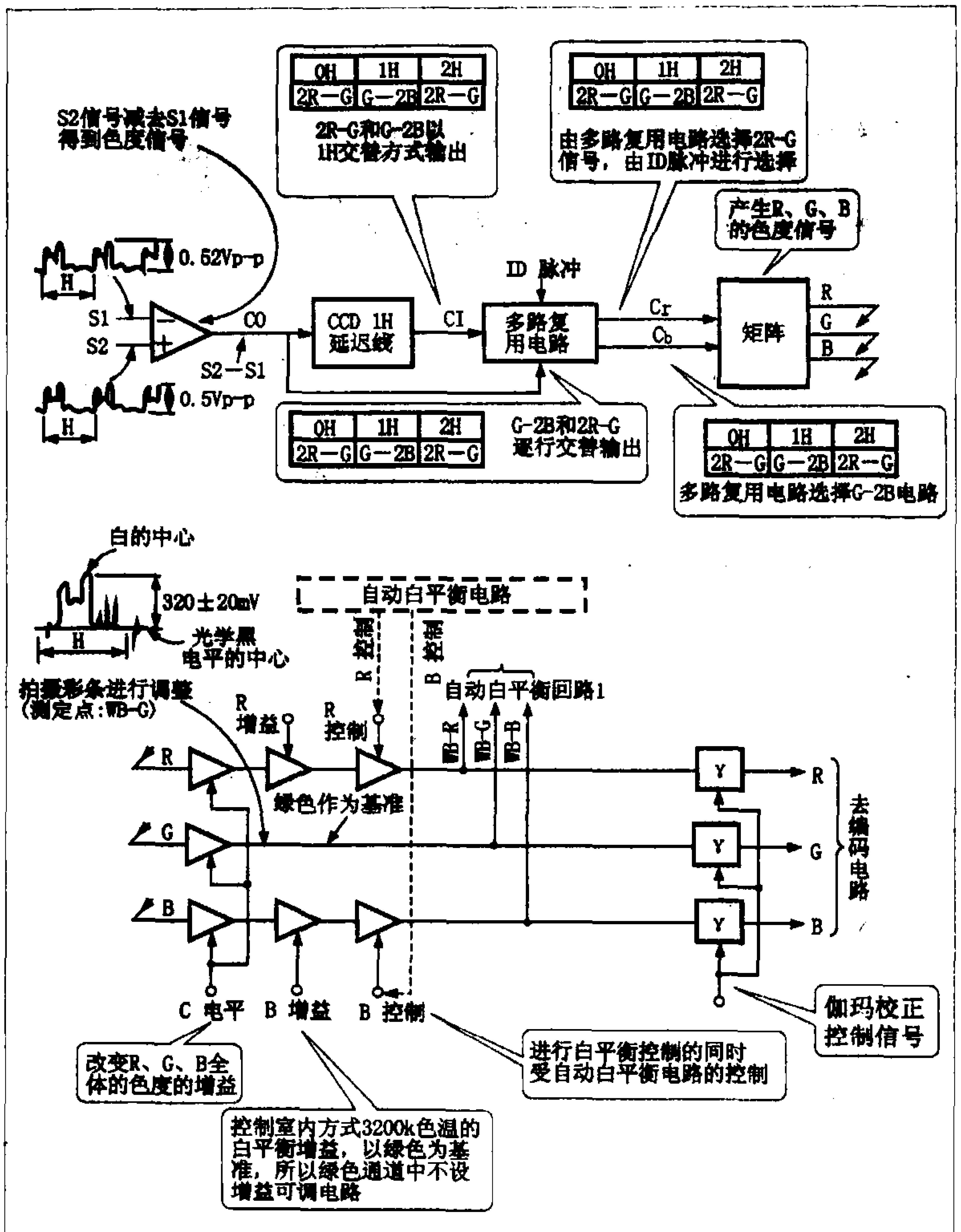


图 11 色度信号处理电路

最后的结果是线性的。由于两个曲线合起来像个γ字母，因此该电路也叫γ校正电路。

亮度信号是图像信号中的主体信号，其处理过程如图10所示，它主要是由伽玛校正、1行延迟线、水平轮廓校正、垂直轮廓校正、亮度电平调整、白峰箝位、消隐设置、加入同步等部分构成的。

（4）色度信号处理电路

色度信号处理电路如图11所示。前述的亮度分离电路图8输出S1、S2信号，这两个信号可以合成出亮度信号。将两信号相减（S2−S1），也可以从中提出色度信号。从图可见，先将S1和S2在运算放大器中相减，然后再将信号经1行延迟处理，再和不延迟的信号合成，在识别脉冲（ID）的作用下，可分别输出两个色差信号。色差信号经矩阵电路处理即可产生R、G、B三基色信号。三基色信号经增益可控放大器，自动白平衡处理电路使三路信号电平得到精密准确的控制，最后经γ校正电路输出后，再去视频编码电路形成标准视频信号。

（5）色差信号矩阵电路

图12是色差信号矩阵电路，经这个电路的运算输出R−Y和B−Y信号。

（6）色度信号编码电路

色度信号编码电路是由矩阵电路送来的R−Y、B−Y信号分别经色同步加入电路、R−Y调制器、B−Y调制器再合成为色度信号。不同制式的信号电路处理也有些不同。N制编码器的色副载波为3.58MHz，两调制器为正交平衡调制（调制副载波相位差90°）。PAL制色副载波频率为4.43MHz，两调制器采用正交平衡调制，外加逐行倒相。

（7）自动光圈电路和AGC电路

自动光圈控制电路是受视频信号电平控制的电路。在摄像机中设有图像信号检测电路，该电路根据图像电平的高低自动控制镜头中的光圈，使入射镜头的光通量比较恒定。

（8）同步信号产生器

在摄像机中驱动CCD需要垂直和水平驱动脉冲，预放电路需要取样脉冲，NTSC/PAL制需要同步信号。同步信号产生电路就是为这些电路提供各种信号。

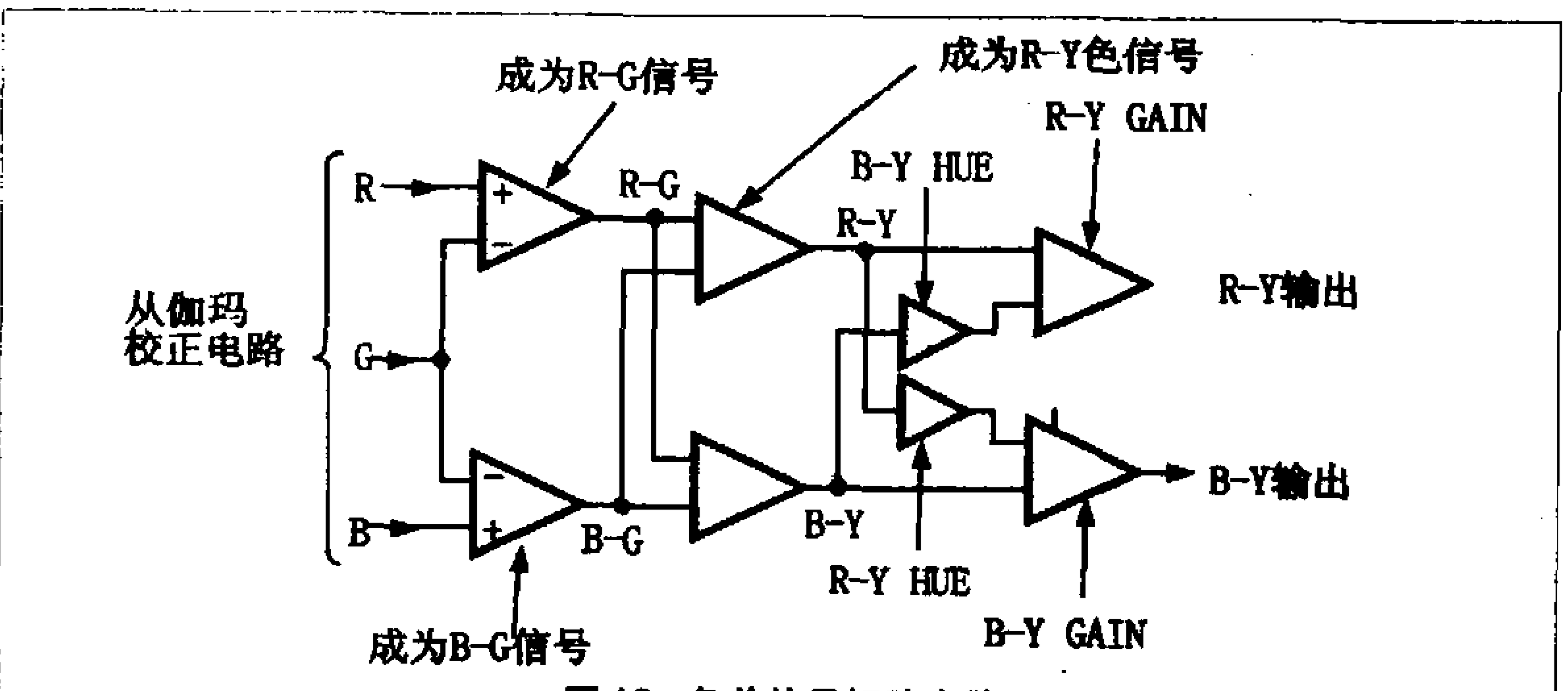


图 12 色差信号矩阵电路

走进精彩的AVR单片机世界

ATmega16内部ADC的应用

文/李鹏飞

编者注：“走进精彩的AVR单片机世界”系列文章已经刊登了11期，为方便读者学习、应用AVR单片机，若您在阅读本系列文章时有任何疑问，可通过Email:atmega16@tom.com与作者联系。

ATmega16内部集成了8路10位逐次逼近型模数转换器（ADC），通过它可以很方便地把模拟电压转换为数字量，而只需要很少的外围器件。模数转换器具有广泛的用途，ATmega16内部的ADC具有如下特点：

- 10位精度
- 0.5LSB的非线性度
- ±2LSB的绝对精度
- 65μs～260μs的转换时间
- 最高分辨率时采样率高达15kSPS
- 8路复用的单端输入通道
- 7路差分输入通道
- 2路可选增益为10×与200×的差分输入通道
- 可选的左对齐ADC读数
- 0～VCC的ADC输入电压范围
- 可选的2.56V ADC参考电压
- 连续转换或单次转换模式
- 通过自动触发中断源启动ADC转换
- ADC转换结束中断
- 基于睡眠模式的噪声抑制器

同ATmega16的很多其他功能一样，通过对相关控制寄存器的操作可以实现对内部ADC的控制。

1. ADC多工选择寄存器ADMUX（见表1）

表1

7	6	5	4～0
REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4～0

位7、6（REFS1、REFS0）用来选择ADC的参考电压。参考电压可以是AREF引脚上的电压、AVCC和内部参考电压。注意，如果在AREF引脚上施加了外部参考电压，则内部参考电压就不能使用了。具体含义见表2。

表2

REFS1	REFS0	参考电压选择
0	0	AREF引脚上所施加的电压，内部参考电压关闭
0	1	AVCC，AREF引脚上外加滤波电容
1	0	保留
1	1	2.56V片内基准电压源，AREF引脚外加滤波电容

位5（ADLAR）影响ADC转换结果在ADC数据寄存器中的存放形式。ADLAR为1时，转换结果为左对齐，反之为右对齐。详细描述见数据寄存器ADCL和ADCH。

位4～0（MUX4～0）为模拟通道与增益选择位。通过这几位的设置，可以对连接到ADC的模拟输入通道进行选择，也可对差分通道增益进行选择。本文暂不涉及差分部分，表3中删除掉了差分通道增益部分内容。

表3

MUX4～0	通道选择
00000	ADC0引脚
00001	ADC1引脚
00010	ADC2引脚
00011	ADC3引脚
00100	ADC4引脚
00101	ADC5引脚
00110	ADC6引脚
00111	ADC7引脚

2. ADC控制和状态寄存器A——ADCSRA（见表4）

表4

7	6	5	4	3	2～0
ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2～0

位7（ADEN）为ADC使能。若ADEN为1，则使能ADC，否则ADC功能关闭。

位6（ADSC）为ADC开始转换。在单次转换模式下，ADSC置位将启动一次ADC转换。在连续转换模式下，ADSC置位将启动首次转换。在ADC转换过程中读取ADSC的返回值为1，直到ADC转换结束。这个特性可以用于在程序中判断ADC转换过程何时结束。

位5（ADATE）为ADC自动触发使能。ADATE置位将启动ADC自动触发功能。触发信号的上升沿启动ADC转换。触发信号源通过SFIOR寄存器的ADC触发信号源选择位ADTS设置。

位4（ADIF）为ADC中断标志。在ADC转换结束，且数据寄存器被更新后，ADIF置位。如果ADIE及SREG中的全局中断使能位I也置位，则ADC转换结束中断服务程序就会被执行，同时ADIF位硬件清0。

位3（ADIE）为ADC中断使能。为0时允许转换结束中断。

位2～0（ADPS2～0）为ADC预分频器选择位。这几位用来确定XTAL与ADC工作时钟之间的分频因子。因为ADC的转换速度较之XTAL即CPU的工作时钟要慢得多，因此需要将XTAL分频后作为ADC的输入时钟。具体分频见表5。

3. ADC数据寄存器ADCL及ADCH

用于存放AD转换值。若ADLAR＝0，结果存放的形式见表6。若

表5

ADPS2	ADPS1	ADPS0	分频因子
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

表6

-	ADC9	ADC8
ADC7~2	ADC1	ADC0

表7

ADC9	ADC8	ADC7~2
ADC1	ADC0	-

ADLAR=1，结果存放的形式见表7。

4.特殊功能IO寄存器SFIOR（见表8）

表8

7	6	5	4~0
ADTS2	ADTS1	ADTS0	-

位7~5（ADTS2~0）为ADC自动触发源选择。若ADCSRA寄存器的ADATE置位，ADTS的值将确定ADC转换的触发源，否则ADTS的设置没有意义。被选中的中断标志在其上升沿触发ADC转换。具体含义见表9。

表9

ADTS2	ADTS1	ADTS0	触发源
0	0	0	连续转换模式
0	0	1	模拟比较器
0	1	0	外部中断请求0
0	1	1	定时器／计数器0比较匹配
1	0	0	定时器／计数器0溢出
1	0	1	定时器／计数器比较匹配B
1	1	0	定时器／计数器1溢出
1	1	1	定时器／计数器1捕捉事件

应用实例

接下来以一个简单的例子介绍一下ATmega16内部ADC的使用，硬件电路如图1所示，实现如下功能：将电位器的电压转换为数字量，并显示在LCD上。

电路采用ATmega16的内部2.56V作为参考电压，将电位器连接在ATmega16的ADC0引脚上，对电位器的电压进行测量。通过可调电位器产生被测电压，通过AVCC、AGND引脚为ATmega16的ADC模块提供工作电源。

程序部分，AD转换值采用中断方式获得，AD转换器的初始化过程如下：

```
ADMUX=(1<<REFS1)|
      (1<<REFS0)| //选择内部2.56V作为参考电压
      0x00; //使用AD转换0通道
      //ADLAR=0,转换结果选择右对齐
ADCSRA=(1<<ADEN)| //ADC使能
      (1<<ADSC)| //开始一次ad转换
      (1<<ADIF)| //写1，将ADIF位清0
      (1<<ADIE)| //允许ADC中断
      0x06; //时钟分频系数为64
```

ADC中断服务程序：

```
#pragma interrupt_handler adc_isr:15
void adc_isr(void)
{
    unsigned int temp=0;
    while(temp<6)
        temp++; //短延时
    adc_result=ADC; //读取AD转换值
    ADCSRA |=(1<<ADSC); //再次启动ADC
}
```

获得AD转换值之后，再根据所使用的参考电压将该值转换为电压值。

```
void data_con(void)
{
    unsigned int temp;
    unsigned char i;
    temp=(unsigned int)(((unsigned long)((unsigned long)adc_result*vref))/1024); //将AD值换算为电压值，vref = 256
    for(i=0;i<3;i++)
    {
```

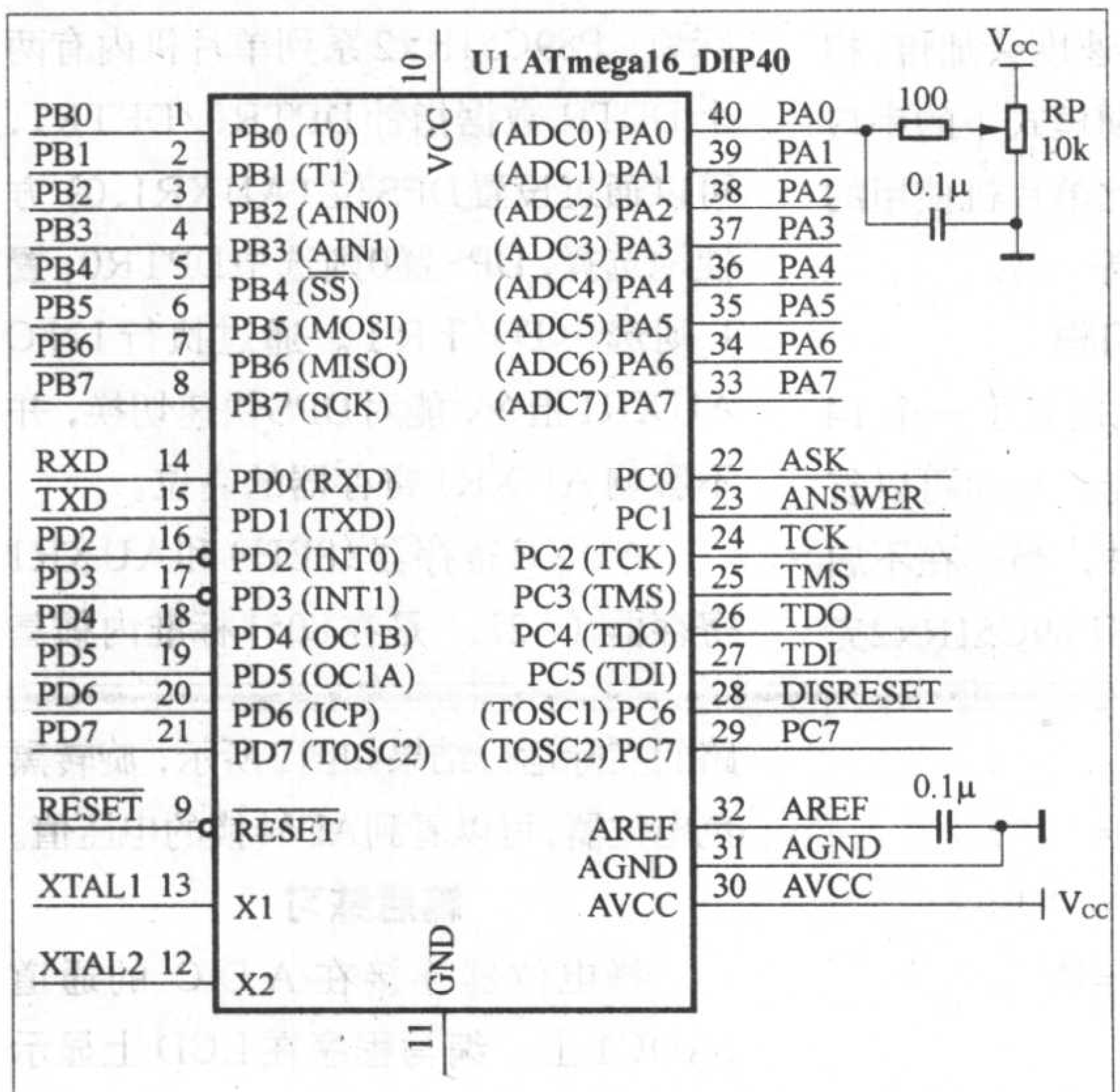


图1

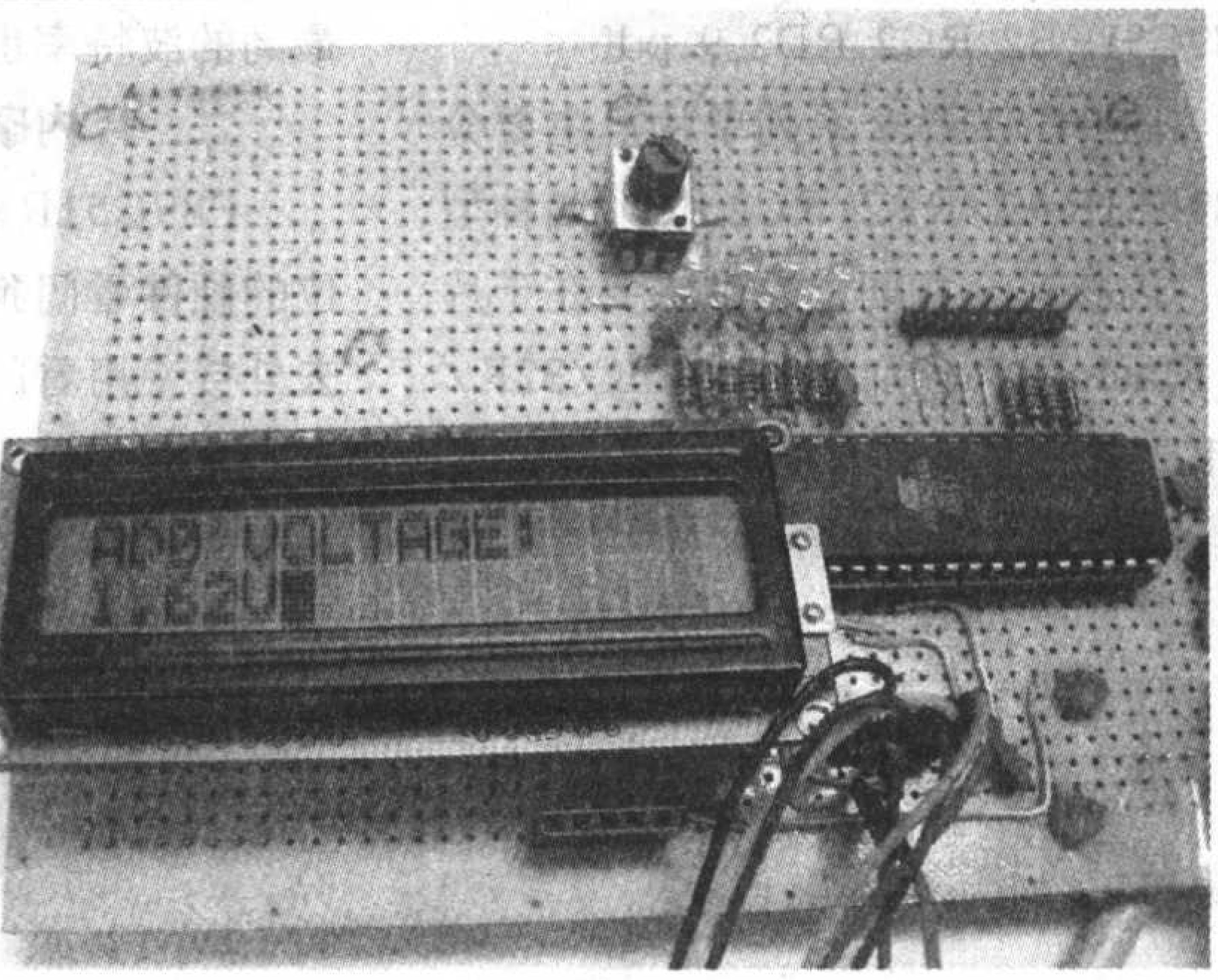


图2

飞利浦P89C51系列单片机简介

文/邢娇健

P89C51系列单片机是飞利浦公司在兼容MCS-51内核结构的基础上对标准的MCS-51内核进行改进后推出的一个增强型MCS-51单片机系列。在芯片型号命名上，P代表是Philips的产品，89代表芯片内带有非易失性Flash 程序存储器（早期还有与Intel命名上一致的内置ROM/OTP的80系列和内置EPROM的87系列），C代表CMOS 工艺制造。51/52/54/58代表芯片内Flash程序存储器的容量分别为4K/8K/16K/32K，还用后缀名区分为X2、Rx2等不同系列（Rx2系列用A/B/C/D代表Flash程序存储器的容量，见下文)。

P89C51系列是从引脚到内核都完全兼容标准8051的单片机，有40脚DIP、44脚PLCC、44脚LQFP三种封装形式(见图1)。下面，先以P89C51系列单片机的子系列P89C51Rx2为例介绍其内核的增强功能，再介绍其他类似型号的特点。关于P89C51Rx2的详细开发资料，可上网下载：http://www.nxp.com/acrobat/datasheets/P89C51RB2_RC2_RD2_9.pdf

P89C51Rx2系列单片机主要分P89C51RA2/RB2/RC2/RD2四种型号，内核完全相同，差别主要在于片内Flash闪存分别为8K/16K/32K/64K，其管脚排列与标准的8051完全兼容。但芯片内核较之8051有不少大的改进，下面就改进方面逐一介绍。

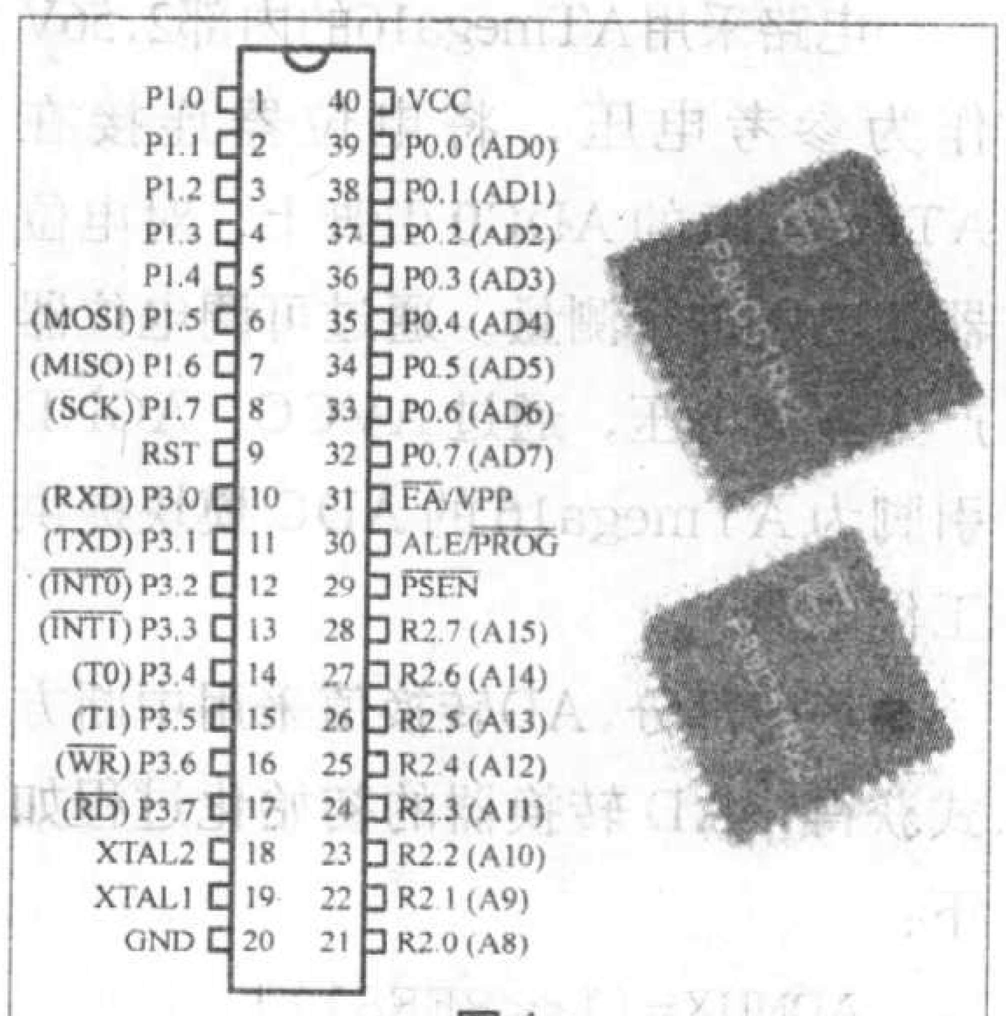


图1

一、6时钟/机器周期模式

标准的8051每个机器周期为12时钟，增强型的P89C51Rx2系列单片机可以设置工作模式为6时钟/机器周期（双倍速）或12时钟/机器周期。6时钟模式时工作频率为0 到20MHz，12时钟模式时工作频率为0到33MHz。

6时钟/机器周期（双倍速）工作模式下，定时器的计数速度会加倍，相应的12时钟/机器周期模式下的串口波特率也会加倍，因此单片机使用的最高的波特率也可提高一倍。

二、片内硬件看门狗

P89C51Rx2芯片内置了一个14位的硬件看门狗定时器。从而可以省去外接专用看门狗硬件，当然在不启动内置看门狗的情况下P89C51Rx2完全可以和普通8051单片机一样使用。

三、内部扩展RAM

P89C51Rx2系列单片机中的RA2/RB2/RC2在原来8052标准内置256字节RAM的基础上，又扩展了256字节ERAM，共有512字节内置RAM。P89C51RD2则扩展了768字节ERAM，共有1024字节内置RAM。

四、降低单片机对外部电磁辐射

通过设置6时钟/机器周期（双倍速），可以将外接晶振频率降低一半，能有效降低对外部电磁辐射（EMI）。更重要的是，P89C51Rx2系列单片机可以关闭ALE 输出，最有效地降低EMI。通过将ALEoff位（AUXR.0)置1，可以使ALE引脚仅在读取外接存储器时才有变化电平输出，从而降低对外部电磁辐射。

另外，P89C51Rx2系列单片机还通过限制引脚信号快速切换时产生的过冲（对10ns内的上升、下降的摆率采取限制措施)，来降低对外部的电磁辐射。

五、双DPTR数据指针

标准的8051只有一个16位的DPTR数据指针。这样，在进行数据块复制等动作时，必须对源地址指针和目标地址指针进行暂存，编程会非常麻烦。P89C51Rx2系列单片机内有两个DPTR数据指针DPTR0/DPTR1，可以通过设置DPS位（AUXR1.0）方便地选择，DPS置0则选中DPTR0，置1则选中DPTR1。通过执行INC AUXR1指令，能对DPS快速切换，并不影响AUXR1寄存器的高位。

AUXR寄存器（8EH）和AUXR1寄存器（A2H）是在8051标准内核基

```
        adc_show[3-i]
=temp%10+0x30; //处理电压值，用于在LCD上显示
       temp=temp/10;
     }
   adc_show[0]=adc_show
[1];
   adc_show[1]='.';
   adc_show[4]='V';
   adc_show[5]=0;
}
```

完整的程序见本期配刊光盘。电路的实际运行结果如图2所示，旋转黑色电位器，可以看到AD转换的电压值。

篇后练习

将电位器连接在ADC的通道1ADC1上，编写程序在LCD上显示AD转换值。

础上新增的特殊寄存器，已被多家51芯片厂商用于增强型51单片机产品中，已成为事实上增强型51单片机一个新的标志性标准。

六、ISP与IAP编程方式

可在线烧录ISP（In System Programming）和可在应用烧录IAP（In Application Programming）功能改变了单片机的固化程序升级需拔插单片机芯片，使用专用编程器进行烧录的麻烦方式，轻松实现在单片机系统电路板上对单片机芯片内固化的程序进行升级。

为了能够实现ISP和IAP功能，P89C51Rx2单片机芯片上内置了Boot ROM固件，固件中包含着用于擦除、烧录Flash闪存的多种子程序。另外，P89C51Rx2片内Flash闪存以4KB为一块，被分为大小一样的2 /4 /8 /16块。当其中的一块或几块已经烧录着正在运行的程序时，可以对另外的闪存块进行擦除和烧录，完成后再将程序的入口地址设定为新烧录闪存块的首地址。从而实现了不需拔插芯片而对单片机芯片固化程序进行升级。

采用ISP方式烧录程序时，只需用三根串口连线如图2所示方式连接到计算机RS232接口，并在计算机上运行飞利浦系列单片机专用的ISP软件FlashMagic，即可实现对单片机芯片内Flash闪存的擦除、烧录、加密等动作。FlashMagic软件可到网上下载，下载网址为 ftp://academy.he.net/pub/esa/flashmagic/FlashMagic.exe

除了可以用ISP方式烧录程序，P89C51Rx2还可以通过调用在芯片内提供的Boot ROM固件里用于擦除、烧录Flash闪存的子程序，对当前运行程序块以外的Flash闪存块进行编程。这一编程方式被称为IAP功能。

七、ONCE模式

ONCE(在线仿真)模式可以实现对系统的测试和调试而不需要将器件从

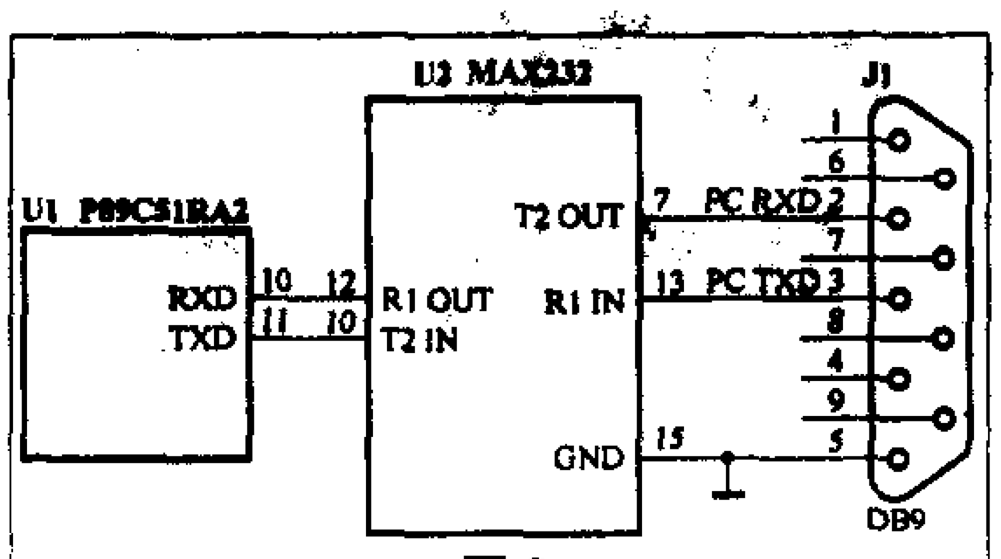


图2

电路中移去。

当器件处于ONCE模式时，P0口处于悬浮状态，其他I/O口、ALE和$\overline{PSEN}$为弱上拉，振荡电路保持工作状态。器件处于该模式时，可用仿真器测试CPU驱动电路，执行正常复位时恢复正常操作。

八、可编程计数器PCA

可编程计数器PCA由5个基本一样的可编程计数器模块组成，5个模块共用一套计数／定时器系统，但各有各的比较／捕捉器。每个模块都可单独经编程实现捕捉模式、软定时器模式、高速输出模式、PWM（脉宽调制）模式。第5个模块（即模块4）还多一种看家狗模式。计数／定时器的信号源可选择单倍机器周期频率、3倍机器周期频率、定时器0的溢出频率、ECI引脚（P1.2）输入脉冲中的一种。在使用上，比起仅有计数／定时器0、1、2的标准8052多了更大的灵活性。

九、全双工增强型UART

除了标准操作模式外，P89C51Rx2内置的UART（全双工串行口）还可实现自动地址识别和通过查询丢失的停止位进行帧错误检测。

当使用帧错误检测时，丢失的位将会置位SCON中的FE位，FE与SM0共用SCON.7，通过PCON.6（SMOD0位）选择。如果SMOD0置位，SCON.7作为FE，如果SMOD0为0，SCON.7作为SM0。

P89C51Rx2内置的UART还对多机通信方式作了增强，可以自动进行地址识别。它使UART可以通过硬件比较从串行数据流中识别出特定的地址，这样就不必花费大量软件资源去检查每一个从串口输入的串行地址。在9位UART模式模式2和模式3下，如果接收的地址字节中包含给定地址或广播地址（广播地址是指一机发送，多机同时接收数据的模式），接收机就会自动接收串行总线上的数据。通过一定的地址编号方式，可以实现一机对任意另一、二、三直至更多机同时发送数据。

十、其他类似的型号

Philips内置Flash闪存的增强型P89C51系列有多个子系列，X2系列包括P89C51X2/52X2/54X2/58X2（片内Flash闪存分别为4K/8K/16K/32K，51X2片内RAM为128字节，其他均为256字节，无扩展ERAM），片内比P89C51Rx2系列少了ISP和IAP编程方式、PCA、看门狗电路，其他方面（包括可倍频）则完全一样。

P89C61X2/62X2(片内Flash闪存均为64K，RAM均为256字节，扩展ERAM分别为256/768字节)，片内比P89C51Rx2系列少了PCA、看门狗电路，其他方面（包括可ISP和IAP编程方式和倍频）则完全一样。

P89C660/662/664/668(片内Flash闪存分别为16K/32K/64K/64K，RAM均为256字节，扩展ERAM分别为256/768/1768/7936字节)，在拥有P89C51Rx2系列所有功能的基础上，还增加了I^2C串行通信模块。

此外，Philips还有14～28引脚的LPC900系列也使用了51内核，在外部引脚上作了精简，限于篇幅，本文不作详细介绍。

十一、性价比

目前，P89C51X2/52X2/54X2/58X2报价分别为7.2/8.2/9.8/15.2元，P89C51RA2/RD2报价分别为7.8/30元，P89C60X2/61X2报价分别为19.2/19.8元，P89C662/664/668报价分别为51/53/51元。可以根据应用需要选择性价比最高的型号。

一种直观简单的单片机中西文混合显示方法

文 / 浦晓明

许多单片机应用系统都需要显示中文，由于单片机的硬件资源有限，难以也没有必要将国标二级汉字库字模码全部放入单片机的存储器中。通常的办法是为要用到的汉字建立小字库，对小字库中的汉字重新编号，当需要显示汉字的时候，根据编号来调出相应的汉字字模，送往LCD显示屏，从而实现汉字的显示。这种方法虽能完成汉字的显示，但其缺点是在程序语言的编写中，以编号代汉字，不直观，降低了源程序的可读性。而且显示汉字和显示字母、数字的函数往往是分割的，要实现LCD屏幕中西文混合显示，还需多次拼凑，降低了代码的效率。为此笔者在长期的实践中，自行研制出了一种能直观方便、有效混合显示中西文的方案，可使程序员一定程度上得以解放，将更多的精力放在项目工艺要求的算法上。现结合AVR单片机和常用的T6963驱动的图形液晶显示屏，以一个简单实例来介绍本方案的实现，并给出显示函数的C语言源代码及详细解释，供AVR单片机爱好者及工程技术人员参考。

方案原理和关键问题

笔者的思路是，在建立汉字小字库的同时，增建一个有关汉字的数组作为索引。含有汉字的字符串作为参数传递给显示函数时，实际上已将汉字的机内码传给了显示函数，而显示函数可智能识别待显字符是属于汉字机内码还是西文ASCII字符。若是汉字机内码，则取双字节查表汉字索引数组，获得该汉字在小字库中的位置；若是西文字符，则取单字节，以此作为取ASCII字库的索引依据，从而到不同的字库中取出点阵字模，送LCD显示。关键问题是如何恰当建立字库和编写智能显示函数，需要两者有机结合。

实例步骤

下面以一个实例来说明本方案的具体实现过程：假设任务是在显示屏的第2列第10行显示“Radio 无线电 2006”，在第2列第30行反色显示“Radio 无线电 2006”。

1. 硬件与软件背景

单片机选用AVR的ATmega16，显示屏选用T6963驱动的240×128图形LCD，连接方式为：PORTA接LCD的数据位D0～D7，PORTB的低4位接LCD的控制端口(具体接口在源程序中体现)。LCD的Reset端与Vcc端直接相连。由于ATmega16没有RD和WR读写引脚，所以对LCD的驱动不能采用像51系列那样用外部RAM接口方式，大多AVR单片机与此类似，故在此给出的LCD驱动函数也具有典型性。

目前支持AVR开发的有Fast AVR、BasCOM、GCC/Win AVR、ICCAVR、CodeVision AVR_C等多种语言版本，各种版本各有千秋，其中FastAVR开发系统提供了支持西文的图形LCD过程语句，对实现中文显示提供了方便。而笔者感觉CodeVisionAVR_C语言版本虽然没有提供对图形LCD的控制函数，但在位操作、浮点运算等多方面的综合性能相对较好，所以本文采用CodeVision AVR_C语言版本，对LCD的控制也作一探索，对读者也算是个参考和交流。

2. ASCII码西文字模库建立

编辑一个TASCII.H首标文件，在应用程序中用 #include “TASCII.H”语句将其包含。内容与格式如下：

```
flash unsigned char TASC
[96][16]={
    /* 32     */{0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00 },
    /* 33   ! */{0x00,0x00,
0x18,0x3C,0x3C,0x3C,0x18,
0x18,0x18,0x00,0x18,0x18,
0x00,0x00,0x00,0x00 },
    ........
    /* 126 ~ */{0x00,0x00,
0x76,0xDC,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00 },
    /* 127   */{0x00,0x00,
0x00,0x00,0x10,0x38,0x6C,
0xC6,0xC6,0xC6,0xFE,0x00,
0x00,0x00,0x00,0x00 }
    }
```

该段程序建立了一个二维的字节数组，变量名TASC。按照CodeVison AVR的要求，二维数组长度宽度必须显式地说明，故[96][16]必须写出。字模取自UCDOS标准文件ASC16，字符为8×16点阵，各占16个字节。这个文件的制作是一劳永逸的，无论以后用于何项目编程，都可以将其包含使用。请读者注意，为了节约篇幅，上面只列出4个字符的字模码。实际制作是从ASCII码32～127共计96个字符。完整的程序参见本期配刊光盘中的TASCII.H文件。

3. 中文小字库的建立

编辑一个PHZK16.H首标文件，

在应用程序中用 #include "PHZK16.H" 语句将其包含。此文件的内容因项目而异，根据项目的需要，先确定用多少汉字。按本实例而言，选用“无线电”3个汉字，于是建立字模库为：

```
#define TotalHZ16 3    /* 汉字数量说明 */
flash unsigned char HZ16M[TotalHZ16][3]={"无","线","电"}; /* 汉字索引表：汉字次序可以随意，但必须与下面字模数据顺序一致 */
flash unsigned char HZ16[TotalHZ16][32]={ /* 汉字字模数据 */
/* 无 0 */{
0x00,0x20,0x3F,0xF0,0x02,0x00,0x02,0x00,0x02,0x00,0x02,0x08,0x7F,0xFC,0x02,0x80,
0x02,0x80,0x04,0x80,0x04,0x80,0x08,0x80,0x08,0x82,0x10,0x82,0x20,0x7E,0x40,0x00},
/* 线 1 */{
0x08,0x40,0x08,0x50,0x10,0x48,0x10,0x40,0x22,0x7C,0x7F,0xC0,0x08,0x44,0x10,0x7E,
0x23,0xC0,0x7C,0x48,0x00,0x50,0x00,0x20,0x1C,0x60,0xE0,0x92,0x43,0x0A,0x00,0x06},
/* 电 2 */{
0x02,0x00,0x02,0x00,Qx02,0x10,0x7F,0xF8,0x42,0x10,0x42,0x10,0x7F,0xF0,0x42,0x10,
0x42,0x10,0x7F,0xF0,0x42,0x10,0x02,0x00,0x02,0x04,0x02,0x04,0x01,0xFC,0x00,0x00}
};
```

读者可在本期配刊光盘中找到此PHZK16.H文件。

4.中西文混合显示函数的说明

函数原型为：`void P16(unsigned char X,unsigned char Y, unsigned char *str, unsigned char mode);`

函数取名P16()意为显示(Print)16点阵字符串的含义，读者另行取名也无妨。其中：

参数X、Y是坐标，根据T6963_240 × 128LCD的特点，X为水平坐标，以列为单位，每列占8点像素宽，故X取值范围0~29；Y为垂直坐标，以行为单位，每行占1点像素高，故Y取值范围0~127。

*str为待显示字符串的指针；字符串允许中西文混合；mode是模式变量，取值范围0和1，0表示正常显示，1表示反色显示(本可用位变量bit类型，但CodeVisionAVR_C不允许位变量作为函数中的参数来传递)。

本显示函数既可显示纯西文或纯中文字串，特别是也可以显示中西文混合字符串，这完全取决于待显字符串的任意组合，可见本显示函数的使用是极为方便灵活的。

完整的源程序见本期配刊光盘。

关于CodeVisionAVR_C与C51的几点比较

本文介绍的显示方案和函数的编程思想，在51系列单片机中用C51语言实现也是完全可行的。但是由于AVR单片机与51单片机在硬件结构上的不同，以及CodeVisionAVR_C与C51的编译系统不同，在具体实现中西文混合显示的技术上则有少许不同。例如本文中显示“Radio 无线电2006”，在C51中可以直接用`P16(2,10,"Radio 无线电 2006",0)`来显示，更显示出P16显示函数的强劲和灵活，而CodeVisionAVR_C则不行，原因是CodeVisionAVR_C分配AVR存储器有其特点，存储器类型严格区分，将常量定义在flash ROM中，所以只能先将常量传递给变量HZS(在RAM中)，然后再调用P16()函数。

当然，将函数原型中`unsigned char *str`定义为`flash unsigned char *str`也可以，但是这样做将使得显示函数缺乏灵活性。例如要显示“电压1.23V”，这其中“电压”是汉字常量，而1.23是随测试变化的浮点数变量vi，C51中可以这样处理：先`sprintf(HZS,"电压V=%4.2f",vi)`然后用`P16(2,10,HZS,0)`显示。CodeVision AVR_C则无法完成`sprintf(HZS,"电压V=%4.2f",vi)`的语句，原因是CodeVision AVR_C的`sprintf()`不支持“%f”浮点数的格式化处理，如果HZS定义为flash ROM指针时，也无法把“电压V=”与变量vi直接组合到flash ROM中去。而像`sprintf(HZS,"电压V=%4.2f",vi)`这样常量与浮点数组合需求恰恰是工程中十分需要的。然而CodeVisionAVR_C对此也并非束手无策，可变通解决，例如增设一个字符串变量buf，用`ftoa(vi,2,buf)`将变量vi先格式化到buf中，然后用`sprintf(HZS,"电压V=%4s",buf)`组合。用`P16(2,10,HZS,0)`显示之。可见`P16()`函数将*str参数定义在RAM中还是比较灵活的。

编者注：“单片机编程技巧”小栏目已刊出2期了，不知读者对这方面的内容是否喜欢？单片机电路的特点之一就是通过软件编程来实现或代替部分硬件电路的功能，因此一些看似不起眼的小技巧对于单片机开发者来说却有很大的用处。如果你在单片机软件编程中有什么心得体会或好经验，欢迎给我刊投稿！读者若对这个小栏目有什么意见和建议，也可给我们来电、来信。

适合初学者入门的CPLD学习板

文 / 示听乐

随着芯片常规制造工艺进入90nm，电子产品中越来越多地引入了硬件可编程芯片FPGA及CPLD，以简化线路结构及提高可靠性。开发FPGA及CPLD是现在电子工程师必须掌握的技能。在基于Verilog HDL或VHDL硬件设计语言的学习上，CPLD与FPGA的开发是完全相同的，其中CPLD价格较低，可以实现串行转并行、状态机、地址译码、片选等功能，比较适合于初学者入门。

现在学习不同的新器件时，购买一套开发工具的价格不菲。对于没有开发项目，纯粹是用于自学的爱好者，购买功能太多的学习板显得非常不合算。本文介绍的CPLD学习套件，选用带在系统编程（ISP）功能的器件，这样可以学习、开发、生产一气呵成，不需要频繁焊接芯片，还可以排除硬件的干扰，直接进入软件的编写。这样专门编写及调试软件，不需边调硬件边调软件，出现问题还需判定是软件或是硬件的问题，开发效率可以事半功倍。

SM101及SM130组成的学习板简介

套件外观如图1所示，由SM101及SM130学习板组成。板上带有电源、用于输入的轻触开关、晶振时钟及用于输出的LED。其中SM101学习板包含XC9572XL CPLD、下载接口及2个双排20位间距2.54mm的插座，将所有输入输出端口引出板外，可以配合SM130学习板组成完整的系统，或者直接应用到用户的产品中。该学习板套件价格便宜、简单易懂，包含硬件的全部原理图及PCB图，有配套的

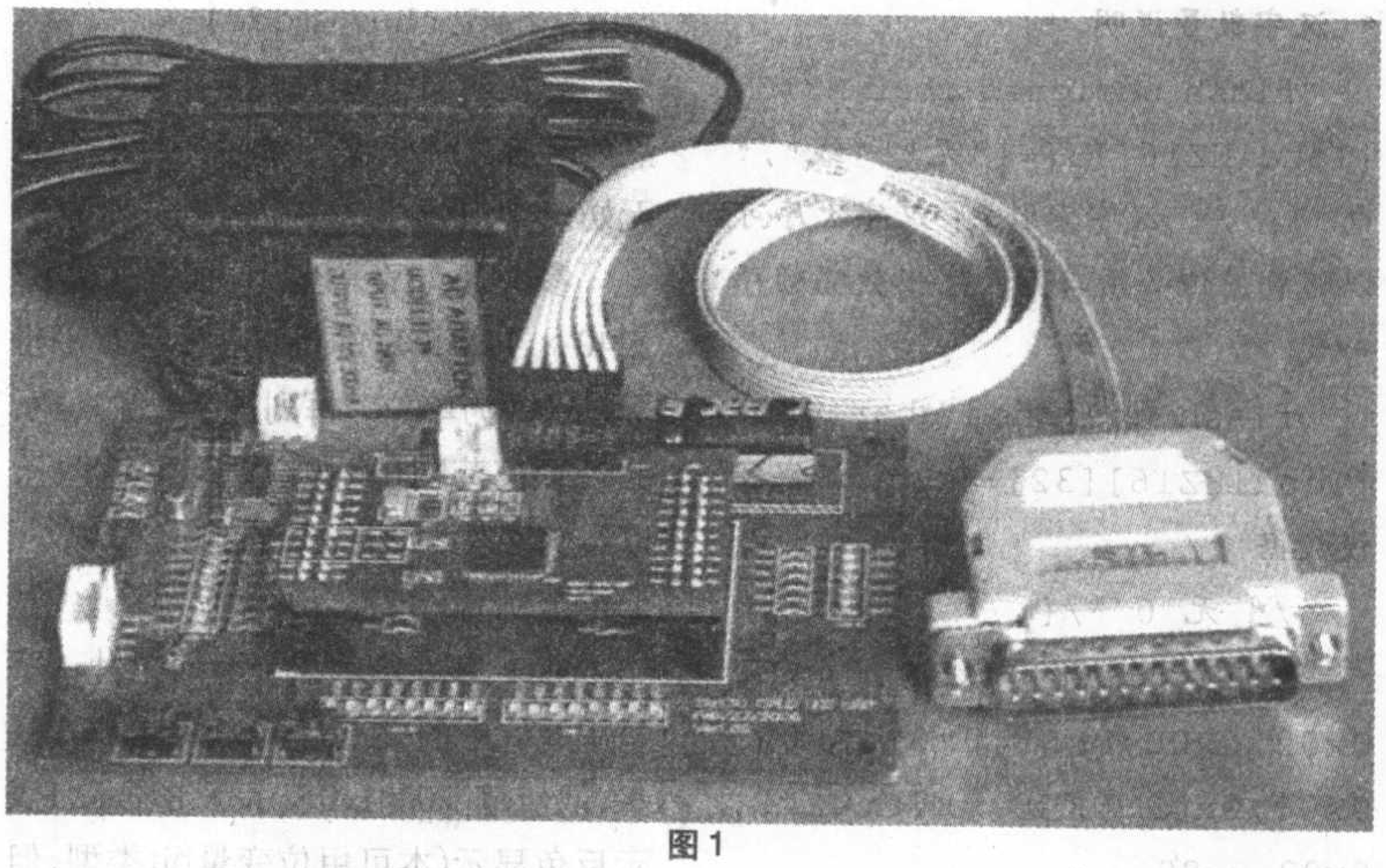


图1

Verilog HDL语言例子。该套件虽然简单，但已包含了一个最小系统所需的部分。

该学习板套件配套ST-990XIL下载线一条，可以开发多种XILINX公司的FPGA及CPLD器件。配合相应的工具软件，可用于烧录串行FLASH芯片25VF020系列、93C46系列及24C01系列储存器，也可烧录带ISP功能的单片机，如AT89S51系列等。

SM101与SM130采用可以拔插的结构，既可以组合使用，也可以分开。其中SM101通过2.54mm的标准间距插座将所有的I/O口及供电等引出，故可以装在用万能板焊接的实验板上，即刻搭出系统，大大提高开发效率。如果是小批量生产，也可以直接采用SM101，省掉制作电路板的功夫，将精力集中在完善产品上。

SM101工作原理

SM101学习板电路图见图2，其核心器件是XILINX公司CPLD产品XC9572XL，系统时钟最高为178MHz，包括72个宏单元、1600个可用门电路、电源部分、输入/输出端口（I/O）和程序下载电路。XC9572XL采用VQFP44小封装，采用3.3V的低电压供电，有34位I/O端口，所有I/O口都可以交换使用。有2个全局时钟端，如果是有边沿触发的信号，请尽量使用全局时钟引脚。有全局复位端及全局清除端，全局输出允许端等，这几个特殊端口若不使用可以当普通I/O使用。设计工具采用ISE WebPACK软件，可到www.xilinx-china.com免费下载。

插座XP1、XP2将XC9572XL所有的I/O端口都引出。TMS、TDI、TDO及TCK等用作ISP的接口（CN4），可以通过ST-990XIL下载线接到电脑的打印口，作下载程序之用。板上留有3.3V稳压IC的位置。如果板外没有提供3.3V的稳压电源，加入三端稳压IC AMS117-3.3即可得到3.3V的稳压电

源。+5V的电源及地线可以从CN3引入。VD为电源指示灯，R是VD的限流电阻，当有3.3V的电压输入时VD点亮。

C1是100μF的滤波电容，C3、C5、C6、C7是去除高频干扰的旁路电容，这几个器件能保证为CPLD提供稳定的无干扰的电压，它们尽量靠近IC的位置，可以滤掉干扰，如果自行布置电路板时，请尽量在靠近XC9572XL电源引脚的地方多加入几个这样的电容，以减少高频干扰。

SM130工作原理

电路见图3，从JK1输入7V～12V交流或直流电，如果是直流输入，则VD1起反向保护作用，当输入正负反接时，VD1不导通，可以防止反接电源引起的元器件损坏。当输入交流电时，VD1用作半波整流。因为这个套件的电流很小，C7与VD1组成半波整流即可以满足要求。C7为滤波电容，滤除半波整流引起的纹波电压，起平稳电压的作用。IC3为普通的三端稳压IC7805，可以为系统提供稳定的5V电压。CN2为2位2.54mm间距的插座，可以输出稳压的5V给外接电路使用，当手上只有5V电源没有交流变压器或7V～12V的电源时，也可以从这个接口输入5V的稳压电源。AMS1117–3.3为3.3V的三端稳压IC，提供稳压的3.3V给CPLD及LED。

74HC04包含6个非门电路，采用5V供电，以利于晶体振荡。其中一个非门与B、R2、C1及C2组成晶体振荡电路，得到4MHz稳定的频率，经过2个非门后供给CPLD作时钟之用。因为74HC04采用5V供电，与CPLD直接连接时电压不匹配，故采用R1作电平匹配之用。JP1为2.54mm间距的插针，当使用由74HC04组成的时钟时这个插口用短路帽接通，当外接时钟从外面引入或这个端口作其他用途时可将这个短路针拿掉。CPLD的4个特殊端口通过CN1引出，可以接其他电路作试验使用。SB1、SB2、SB3为接地的轻触开关，分别接P1、P34及P43三条线。排阻R3用作上拉电阻，当轻触开关按下时P1、P34及P43相应的端口被拉低，可以试验开关输入的程序。LEDA0至LEDA7、LEDB0至LEDB7等30个LED用于指示输出

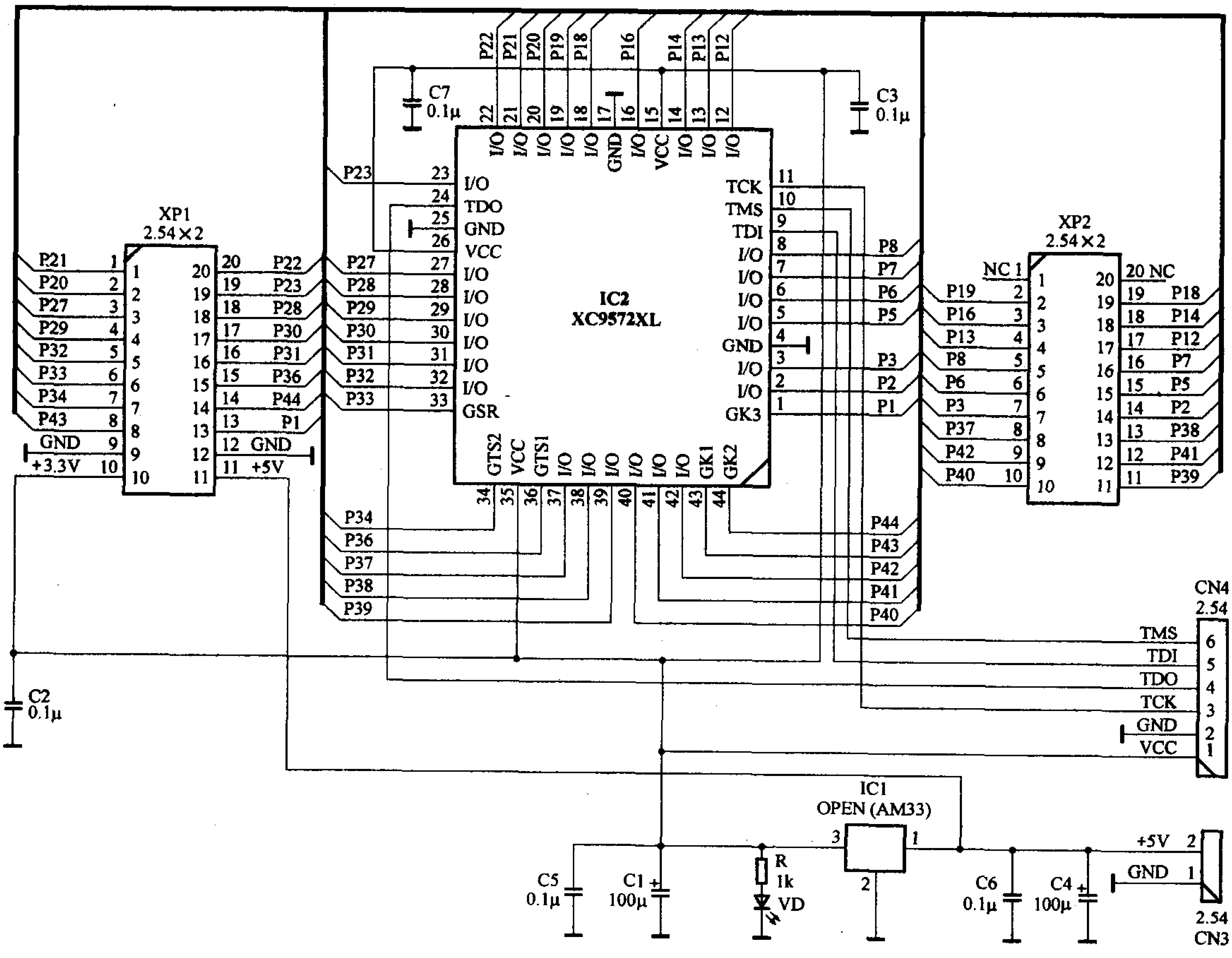


图2

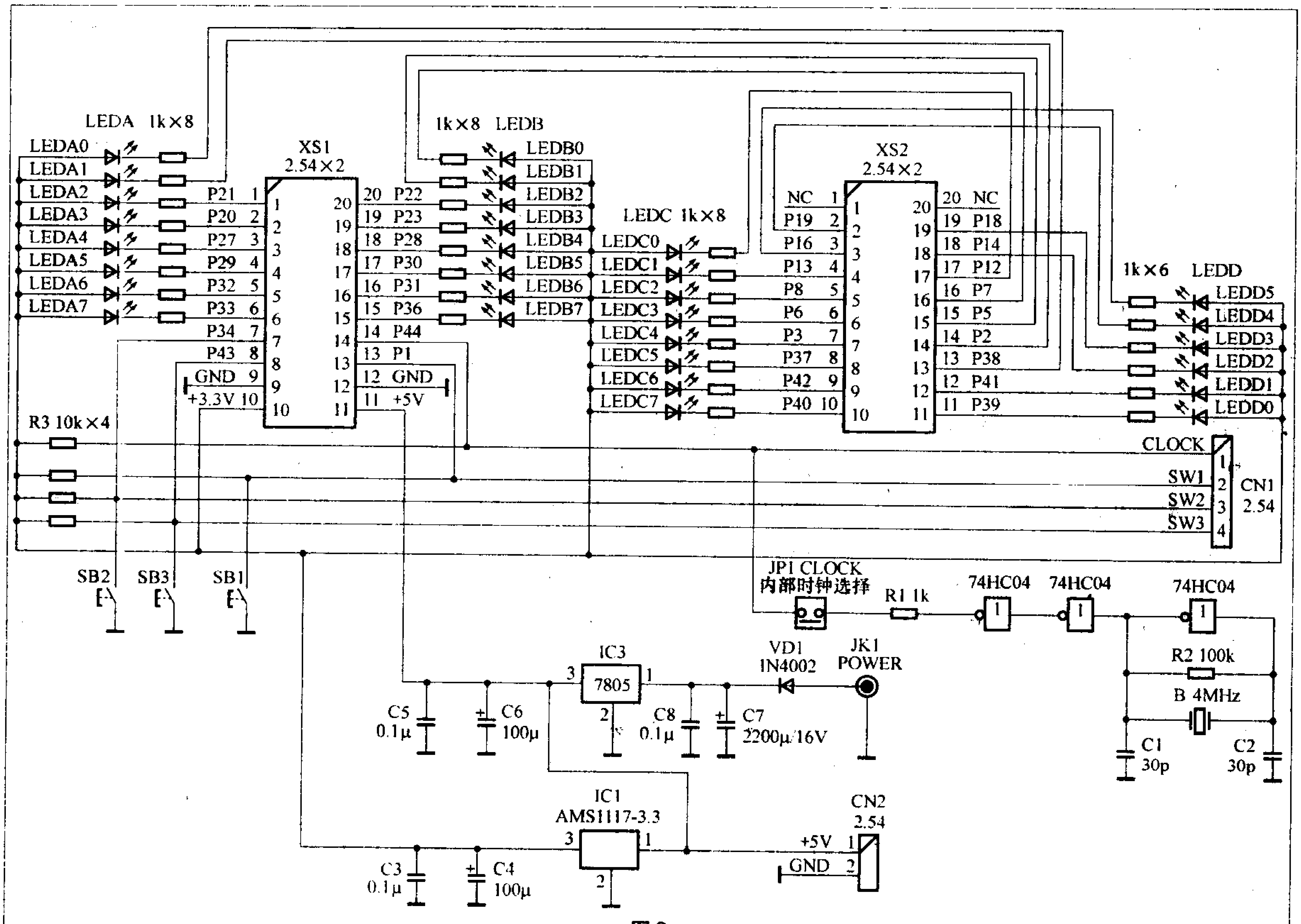


图3

电平之用。相应的I/O口为低时LED被点亮。在简单的程序或运行速度较慢的场合，直接观察LED即可以验证结果。利用三个轻触输入开关及30个输出LED，不需要外接电路及其他辅助工具即可以完成较多的实验。CN1为P1(GK3)、P44(GK2)、P43(GK1)及P34（GTS2）提供了一个外接输入端口，用户可以从这里输入其他的信号供不同实验之用。

开发流程简介

开发FPGA及CPLD一般可分为原理图输入及硬件设计语言两种，采用硬件设计语言具有可移植及可重用性，设计可以独立于半导体制造工艺之外。主要是依靠综合工具将代码分析为由与、非门等组成的基本门电路。也可以生成相应的电路图。高级的应用中也可以修改中间生成的电路图达到最佳的效果。

设计语言一般有VHDL及Verilog HDL两种，后者简称V语言。在实现相同功能的情况下，V语言仅需几乎VHDL语言一半的长度，而且V语言与C语言的语法近似，对于已经学习或使用C语言的人而言，可以较快地掌握V语言。

一般V语言采用文本文档编辑源文件，采用ISE综合软件生成扩展名为JED的烧录文件，通过电脑打印口由ST–990XIL下载线将烧录文件下载到CPLD器件，结果从I/O端口反映出来，详细流程如图4所示。

本期配刊光盘中有样例程序，用于实现LED的循环。例子采用复杂逻辑中常用的Mealy程序状态机State Machine的设计方法，巧妙地将4组LED看成是30位的数，这样比较简单地执行移位的动作。

程序烧入CPLD后，SB1为复位键，按下即复位所有状态，除LEDA0外，熄灭其他的LED。当按下SB2或SB3后，LED即走动，SB2为从左向右走动，SB3为从右到左走动。走动的频率从4MHz的晶振获得，因为4MHz的频率太高，程序中采用19位的计数器将4MHz分频得到周期为130ms的方波，作为LED走动的时钟，用人眼即可以看到程序运行了。

有关本文介绍的学习板的供货信息见本期第70页广告。

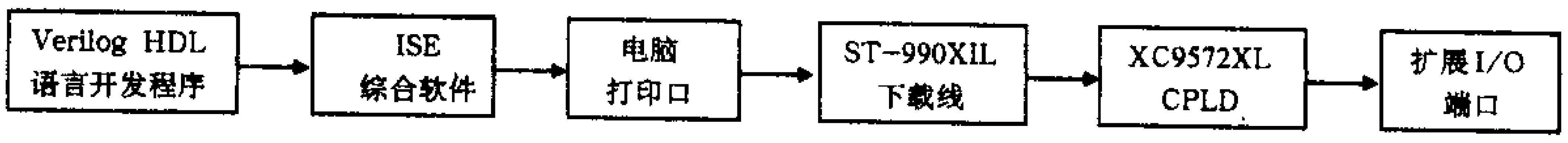


图4 XILINX2 CPLD典型的开发流程图

电动自行车在线防盗装置

文/熊前柱 赵亮方 胡芳

随着电动自行车的普及，电动自行车被盗现象屡屡发生。电动自行车所使用的电池是36V或48V的铅酸蓄电池，十分笨重，很难搬动。因此市民一般都将自己的电动自行车停放在自家楼下，从家里引出两根电线对电动自行车上的蓄电池进行充电，无人看守。而电动自行车自带的报警器大多是用振动传感器来实现报警，在室外容易被破坏，导致电动自行车频频被盗。为此，我们开发了一种新的室内在线防盗装置，利用给电动自行车蓄电池充电用的那两根电线，通过在线检测蓄电池的电压和电流信号，送入AT89C2051单片机进行逻辑判断。它具有防盗、防短路、防长时间充电、充电完成自动切断电源等功能，并且本身用电量极小，一对5号电池可使用一年以上。

电动自行车蓄电池的充电形式

电动自行车在线防盗装置必须在用户给电动自行车充电和不充电两种情况下都能发挥作用。在这里有必要对电动自行车充电器进行分析。电动自行车用蓄电池大多为铅酸蓄电池，这主要是由于铅酸蓄电池具有技术成熟、成本低、电池容量大、跟随负荷输出特性好、无记忆效应等优点。目前，市场上的充电器主要是按脉冲快速充电法设计的，所采用的充电方法将整个充电过程分为了预充电、脉冲快速充电、补足充电、浮充电4个阶段。在快速充电过程中，采用分级定电流脉冲快速充电法，将充电电流分成三级，开始充电时采用大电流，随着电池电量的增加，电压逐渐升高，电流等级开始降低。快速充电终止后，电池并不一定充足电，为了保证电池充入100%的电量，还要采用恒压充电对电池进行补足充电，可使电池容量快速恢复。此时充电电流逐渐减小，当电流下降至某一阈值时，转入浮充阶段。此阶段主要用来补充蓄电池自放电所消耗的能量，这样可使电池总处于充足电状态，此时也标志着充电过程已结束。

由以上分析可知：充电器给蓄电池充电过程是连续的，但充电电流是变化的，正常充电电流在0.3A～3A范围内变化。

工作原理

本装置是放在用户室内的，可以防止自身被破坏。使用时，将本装置串接在充电器和电动自行车之间，其输出端用两根长导线与室外的电动自行车蓄电池相连（如图1所示），用两节干电池给单片机供电。单片机通过检测充电器电压U_i和蓄电池电压U_o以及充电电流I即可判断电池是否存在。

其原理如下：当用户接通充电器电源给蓄电池充电时，电压U_i和U_o同时存在，在线防盗装置中的单片机发出指令，使继电器吸合，充电器给蓄电池充电。一分钟后开始检测电流I，判断是否在充电。如果电流存在，单片机会发出充电指示信号。在此过程中，一旦发现电流I不存在，在线防盗装置会立即断开继电器，并检测电压U_i和U_o，如果电压U_o不存在，则电流消失是因为电动自行车被盗引起的，防盗装置立即报警；如果电压U_i和U_o都存在，则电流消失是因为电池已充满，充电器停止了给电池充电，单片机会发出保护指示；如果电压U_i不存在，单片机会发出停电指示。不论用户是否接通了充电器电源，只要将充电线插接到了电动自行车上，在线防盗装置就会自动检测电压U_o，一旦U_o消失，防盗装置立即报警。

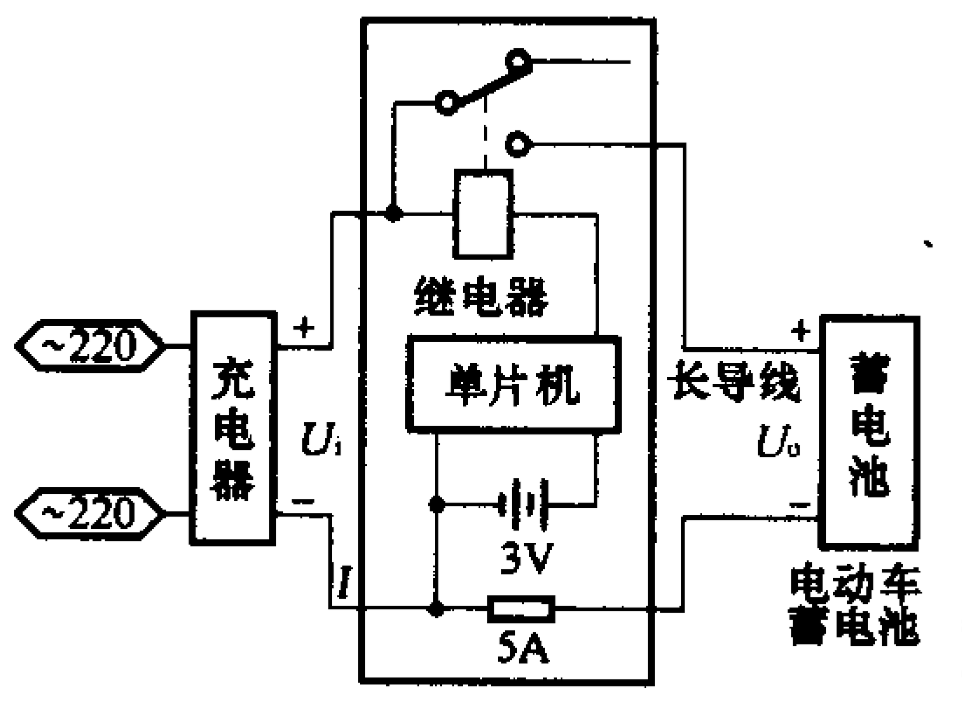


图1

如果小偷想偷车，这两根和蓄电池连接的导线将会很难处理，将其断开，充电电流会消失，继电器断开后电压U_o将为零；将其短接，电压U_o也将为零，防盗装置都会报警。若是主人要取走电动自行车，只要按一下防盗装置上的防盗撤消按键，防盗装置便会在3分钟内不报警。

整机电路原理及功能说明

整机电路如图2所示，该电路包括充电器电压检测电路、电池电压检测电路、电流检测电路、电源供给电路、继电器驱动电路和扬声器驱动电路等。除了上面所述的防盗功能、充电完成自动断开功能、停电提示功能和防短路功能外，还具有防长时间充电功能。

一般说来，快速充电器对蓄电池充电的时间一般在6～8个小时，对蓄电池进行充电的过程中，在线防盗装置中的单片机计时，如果充电时间大于10个小时，单片机会断开继电器，切断充电器和电动自行车的回路，防止电池过充电。当用户按下撤消按键后取走电动自行车或报警3分钟后，蓄电池的电压不存在，单片机自动进入休眠省电模式，当充电器或电动自行车蓄电池再次和在线防盗装置接上时，通过电压检测电路产生的中断唤醒单片机进行工作。当单片机工作时，整

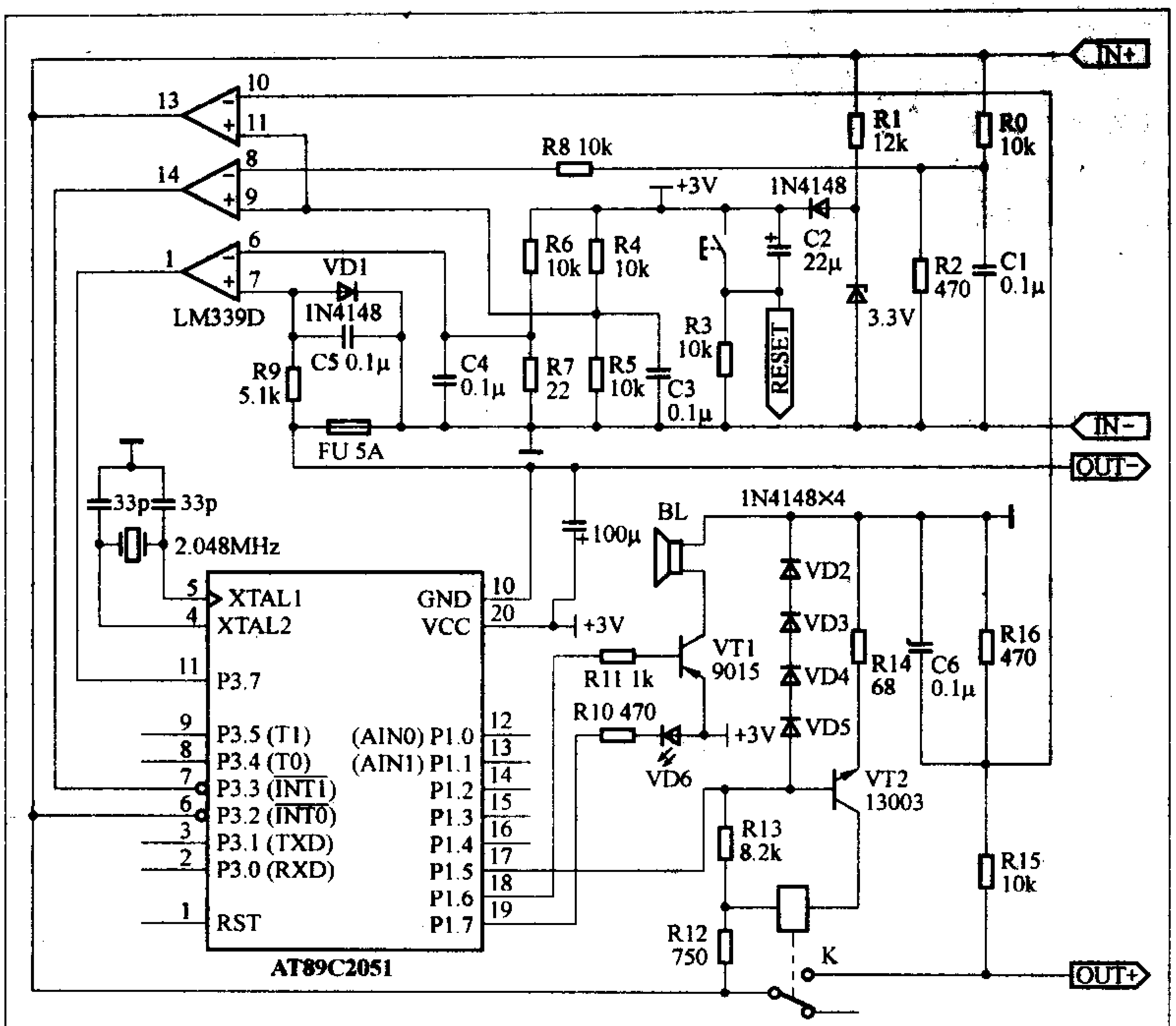


图2

个在线防盗装置可从电动自行车蓄电池上获取工作电源，当单片机进入休眠模式时，两节干电池提供的总功率小于5mW，保证干电池可以长时间使用。我们没有在防盗装置上安装电源开关，目的是让用户使用更加方便，同时确保防盗装置随时能自动投入工作。

电路结构及实现

1. 电流检测

如图3所示，电阻R6和R7组成分压电路，为电流检测提供电压基准，提高电流检测的抗干扰能力。电容C4是滤波电容，提高电压基准的稳定度。5 A的保险管既作短路保护；又作小电阻用来检测电流的存在。当充电电流

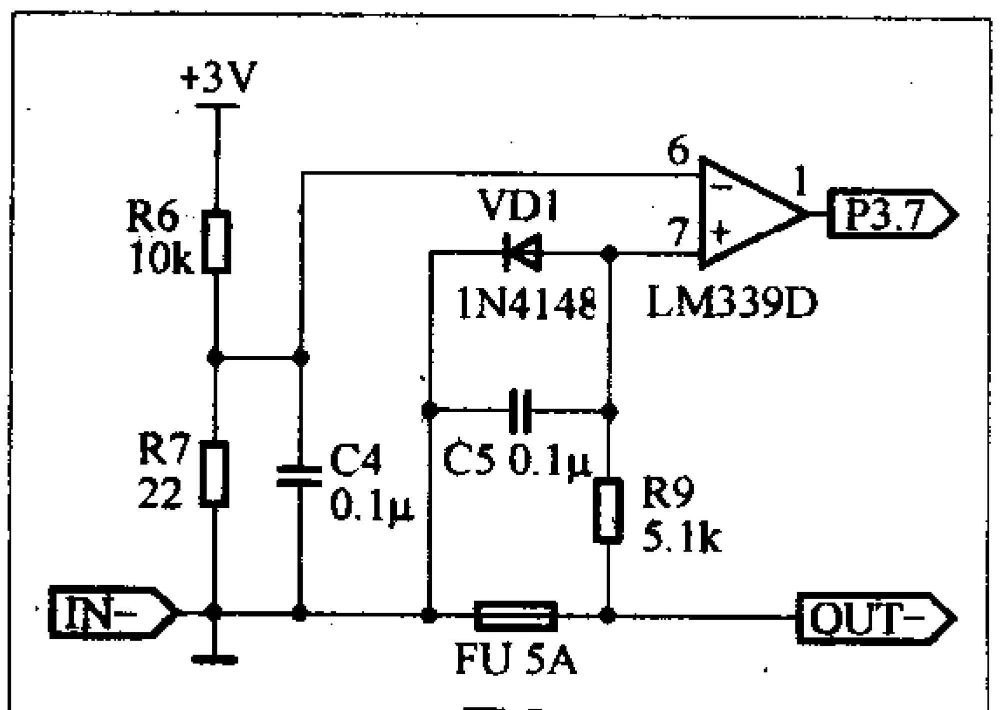


图3

从OUT－端口流向IN－端口（$I \geqslant 0.3$ A），在保险管两端会建立一小电压（$U \leqslant 0.4$V），此时保护二极管VD1不导通。该电压经R9和C5组成的低通滤波器滤波后和基准电压比较，在比较器LM339的1脚输出高电平。短路时，保险管则会熔断，由于开关电源和电池的电压不一定相等，OUT－端的电压有可能高于地电压，可能将比较器和其他元件烧坏，这时保护二极管VD1导通，比较器LM339的7脚电压被钳制在0.7V左右，从而保护系统的安全运行。其优点是能很精确地判断是否处于电池充电、电线短路或电动自行车被盗状态，并实施相应的保护或报警措施。

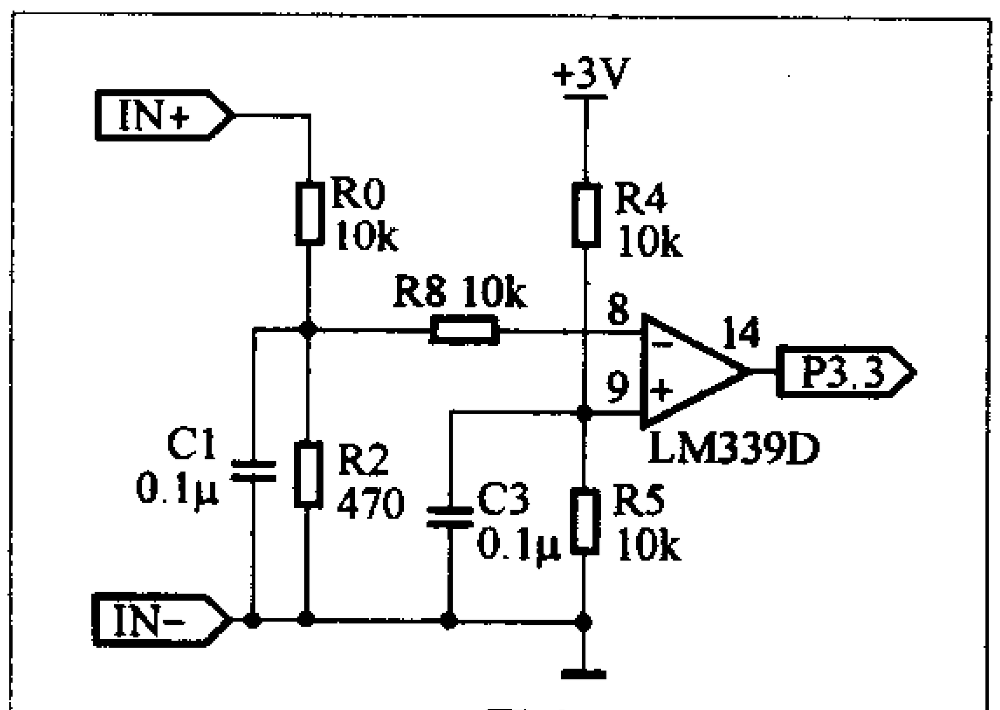


图4

2. 充电器及蓄电池电压检测

充电器电压检测电路如图4所示，电阻R0和R2组成分压电路，将充电器电压降压，电容C1是滤波电容，滤除输入电压中的脉动成分，防止电压脉冲引起系统误动作。电阻R4和R5组成分压电路，为输入电压检测提供电压基准，提高电压检测的抗干扰能力，电容C3是滤波电容，提高电压基准的稳定度。当输入电压$U \geqslant 32$V时，比较器LM339输出低电平。蓄电池电压检测电路与充电器电压检测电路类似且共用同一电压基准。其优点是能很精确地获得充电状态、停电状态、电动自行车被盗、电动自行车被主人取走的状态信息，使电动自行车防盗装置能够根据不同的状态进行不同的模式转换，达到最佳的效果。

3. 继电器驱动电路

如图5所示，继电器的工作电源由开关电源提供。IN+端口和OUT+端口分别接在继电器的常开接点上，将开关电源和电池之间断开。考虑该电路工作在电压波动范围在32V至58V的系统中，故继电器的驱动电路设计成可控的恒流源电路。图中，电阻R12、R13、R14，三极管VT2，二极管VD2～VD5和继电器组成经典的恒流源电路。R12为限流电阻，R13为三极管提供基极偏置。二极管VD2～VD5串联，形成稳定的2.7V的基准电

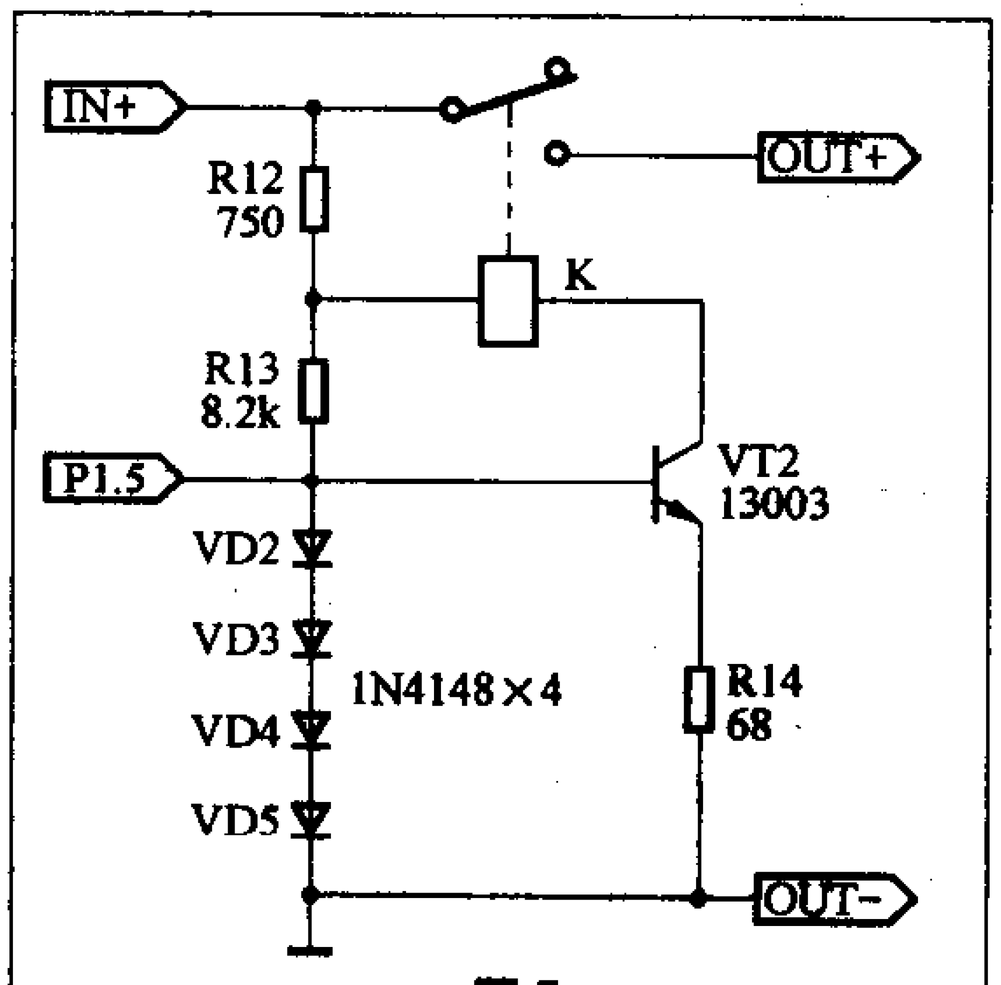


图5

在 Proteus 中实现 C51 源码级的调试

文 / 李学礼

Proteus 是英国 Labcenter 公司开发的 EDA 软件，它集单片机仿真和 SPICE分析于一身，功能极其强大。目前在国内开始被广泛使用，在网络上有很多论坛在讨论该软件的使用。(**编者注：有关该软件的基本使用方法见《无线电》2005 年第 5、6 期。**)

用该软件进行单片机系统的仿真时，若要实现源码级的调试，目前广泛采用的有两种方式：一是调用汇编语言程序，但是目前相对来说，编制大量汇编代码的人越来越少，以51系列单片机为例，更多的是采用C51，所以这种方式不是最佳方式。二是利用 Keil C51 软件与Proteus搭建的联调系统，这种方式在调试时需要 Keil 和 Proteus一起运行，并频繁在不同窗口之间切换，使用起来不太方便。本文将介绍两种直接在 Proteus 软件中实现 C51 源码级调试的方式。

8051 单片机仿真支持的文件格式

用 Proteus 进行具体仿真之前都需要设定相应的程序文件，如图 1 所示。当我们点击程序文件输入框右侧的文件夹图标，则可以打开文件选择对话框来选择Proteus支持的文件，如图 2 所示。

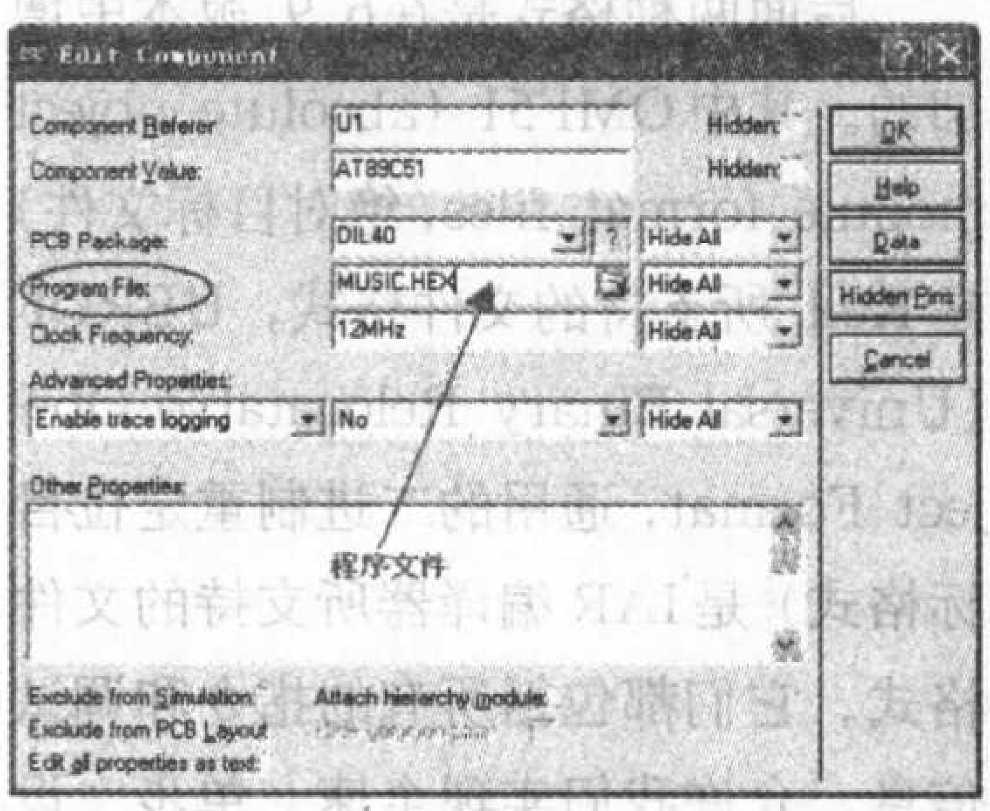


图 1

从图 2 可以看出，其所支持的文件类型有 Intel Hex Files、OMF51 Files、UBROF Files 三种。

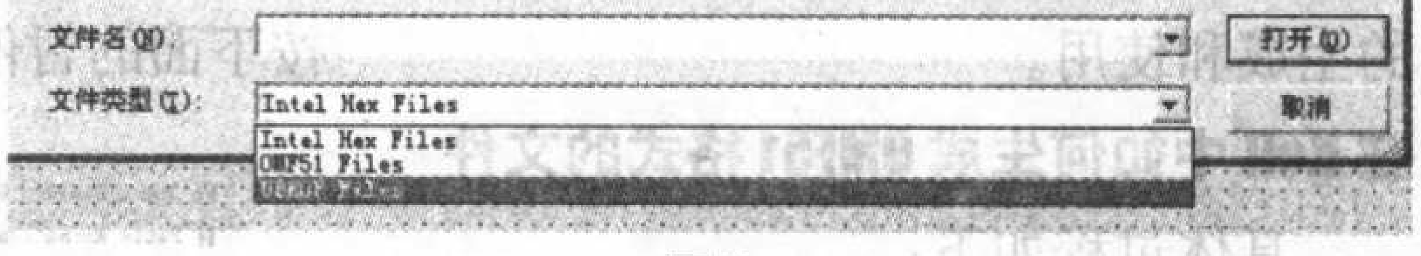


图 2

对于前面提到的两种方式需要配

压。电流大小可由公式得出：$I_{ref}=(2.7-0.7)/R14=29.4mA$。三极管的基极直接与单片机P1.5口相接，当P1.5为低电平时，三极管 VT2 截止，继电器断开；当P1.5为高电平时，三极管VT2处于放大状态，继电器得电吸合，开关电源和电池接通，从而实现了可控恒流源的设计。

另外二极管VD2～VD5串联还组成保护电路。由于单片机使用的是3V电源，而开关电源和电池的电压都远远大于3V，为保证在恒流源发生故障时，不致烧坏单片机及其他器件，我们设计了用二极管VD2～VD5串联兼保护电路。当三极管VT2的基极和集电极击穿时，较大的电流会通过二极管VD2～VD5流入地，而基极电压仍被钳制在2.7V左右。即使电流超过了二极管的最大流过的电流发生击穿，由于二极管击穿就出现短路，从而限制了电压的升高，防止了高电压窜入损坏电子元件，有效地保证了系统的可靠性。

实测结果

我们用一辆带48V 铅酸蓄电池的电动自行车及其自带的开关电源充电器进行了多次测试，测试结果如下：将电动自行车在线防盗装置串接在充电器和电动自行车之间后，电压检测电路产生的中断唤醒单片机，单片机自动合上继电器，接通充电器对电池充电，并发出充电指示信号（快速闪烁一次）。在充电过程中，如果直接拔掉与蓄电池连接的充电引线，在线防盗装置会立即发出尖锐的报警声。当用户自己要使用电动自行车时，先按撤消键，报警器会发出提示声，指示灯连续闪烁，3分钟内拔掉与蓄电池连接的充电引线，在线防盗装置不会报警。3分钟后，单片机再检查电池的电压，若电压存在，则自动进入充电状态，反之则自动进入休眠状态。如果拔掉充电器，指示灯会发出停电指示（慢速闪烁两次）。当电池充满或充电时间超过10个小时，单片机会自动断开继电器，防止过充电发出保护信号（快速闪烁两次）。

实际使用表明，本在线防盗装置能够较好地保护电动自行车，因为电动自行车在线防盗装置是放在用户家里的，不会被盗车贼破坏，连接到电动自行车上的两根电源线如果被短接或断开，在线防盗装置都会报警。也是因为电动自行车在线防盗装置是放在用户家里的，报警后很容易引起警觉，可有效防止电动自行车被盗。当然，它的缺点也很明显，要想电动自行车在线防盗装置起作用，必须和电动自行车接好，可能需要比较长的电线，使用不够方便。读者若有更好的解决方案，欢迎与我们讨论、交流：xqz20031093@163.com。

置的是Intel Hex Files格式的文件，即我们通常使用的HEX十六进制文件，是低版本所支持的格式。该文件没有包含足够的信息，不允许我们进行单步调试，不能实现观察源码、观看变量等功能。

后面两种格式是在6.9 版本中增加的。其中OMF51 (absolute object module format files，绝对目标文件)是Keil 所支持的文件格式，UBROF (Universal Binary Relocatable Object Format，通用的二进制重定位目标格式）是IAR编译器所支持的文件格式。它们都包括所有的指令和调试信息，允许我们实现全速、单步、设置断点、观察变量等调试功能，它是由编译器输出的目标文件。下面分别介绍OMF51格式和UBROF格式文件的生成和使用。

在Keil中如何生成OMF51格式的文件

具体过程如下：

1.在Keil中打开相应的工程项目。

2.将Target 1选中点鼠标右键，选择Options for Target‘Target 1’，如图3所示。

图3

3．在新打开的对话框中选择OUTPUT栏，并完成如图4所示的设置。

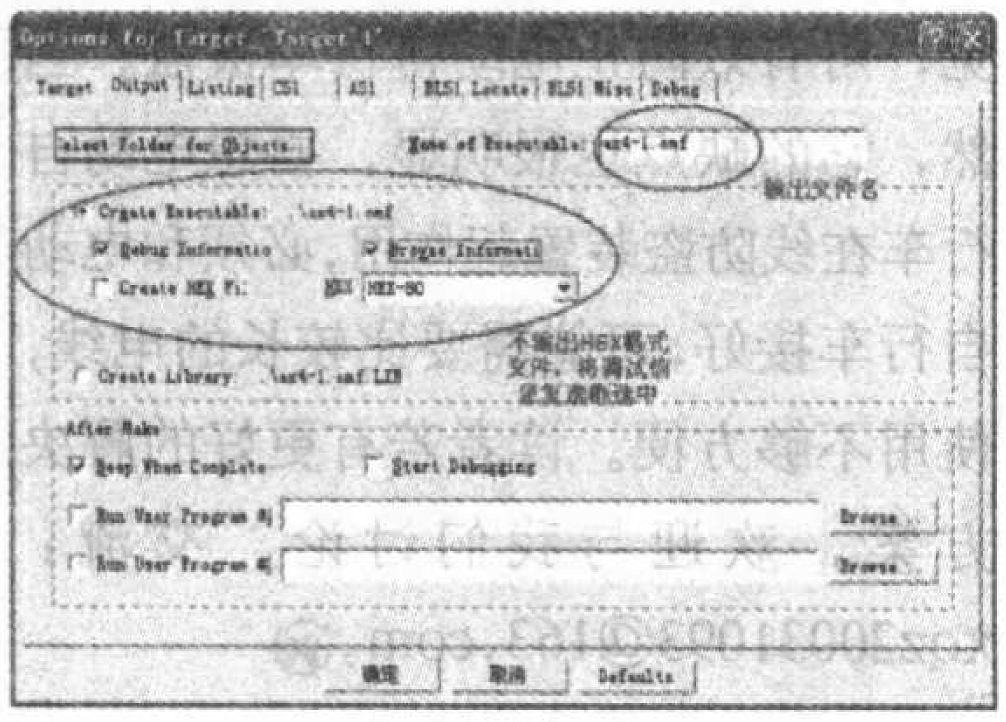


图4

需要说明，通常Name of Executable是工程名，没有扩展名，需要我们添加“.omf”。再有必须要包含调试的信息(Debug Information)，将输出十六进制Hex格式文件的选项(Create HEX File)去掉，然后点击确定退出。对整个工程进行编译就可以得到我们想要的OMF格式文件了。

如何使用OMF51格式文件

在Proteus软件中打开单片机仿真文件，将程序文件设置成OMF文件，然后就可以在Proteus环境中调试系统。

当需要调出C源代码窗口时，先按下面的暂停按钮，然后点Debug菜

图5

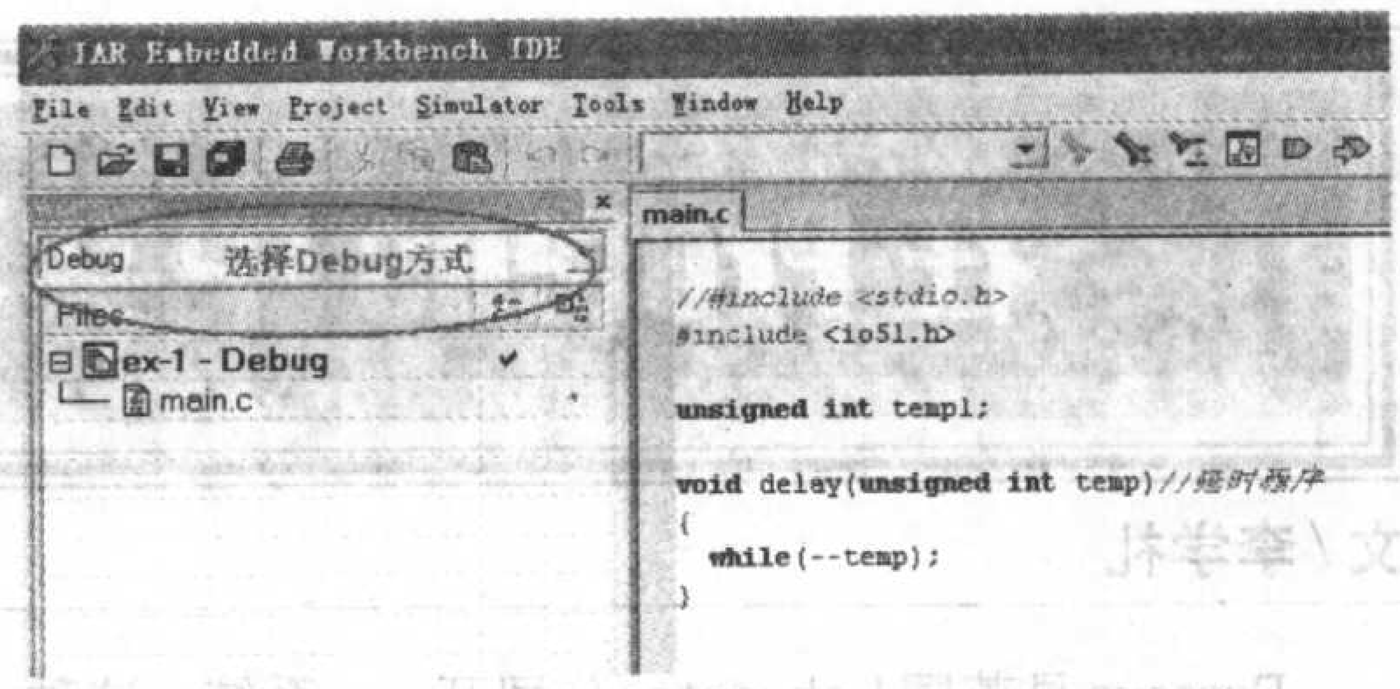


图7

单，如图5所示，将8051 CPU Source Code–U1选中，也可以打开其它观察窗口。这个时候的调试方式和VC++等系统相似，提供了全速、跳过函数、进入函数、跳出函数、执行到光标处、设置断点、单步等方式，如图6所示。

在IAR中如何生成UBROF格式的文件

首先要正确安装IAR软件，IAR软件针对不同的微控制器有不同的版本，所以在安装时选择8051的版本，在下载之前需要注册，之后会将注册码和下载地址发送到你的信箱，然后下载安装，使用期是一个月，目前的版本为7.2，下面的所有操作都是基于该版本的IAR。关于如何安装IAR软件这里不再详述。

UBROF格式文件生成的具体过程如下：

1.在IAR中打开相应的工程项目。

2.如图7所示，将Workspace选择为Debug方式，这是必须的，否则观察不了源代码。

3.本例中的工程名为EX–1，如图8所示，将EX–1—Debug选中并点鼠标右键，选择Options。

4.在打开的Options对话框中选择Linker，此时要产生

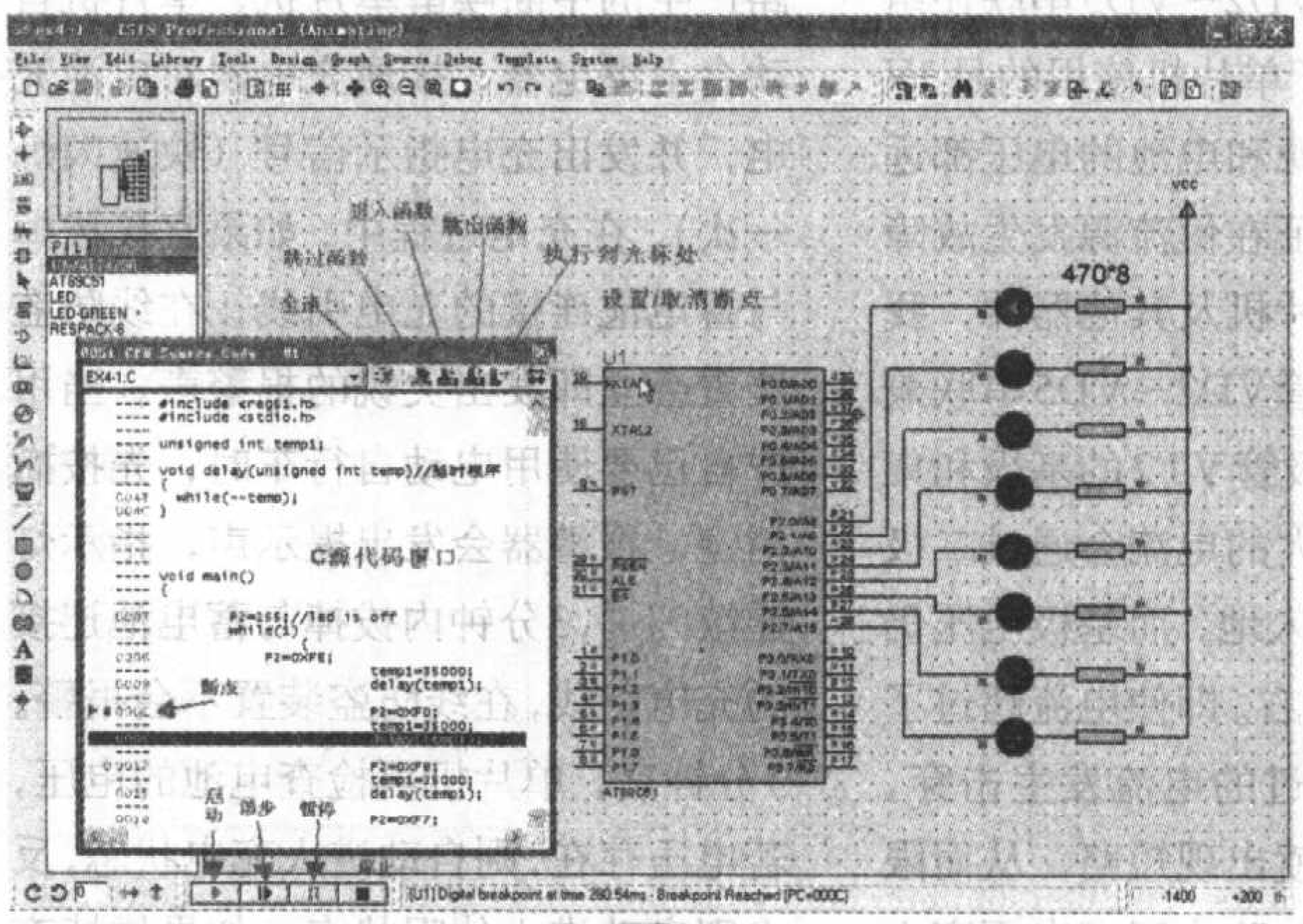


图6

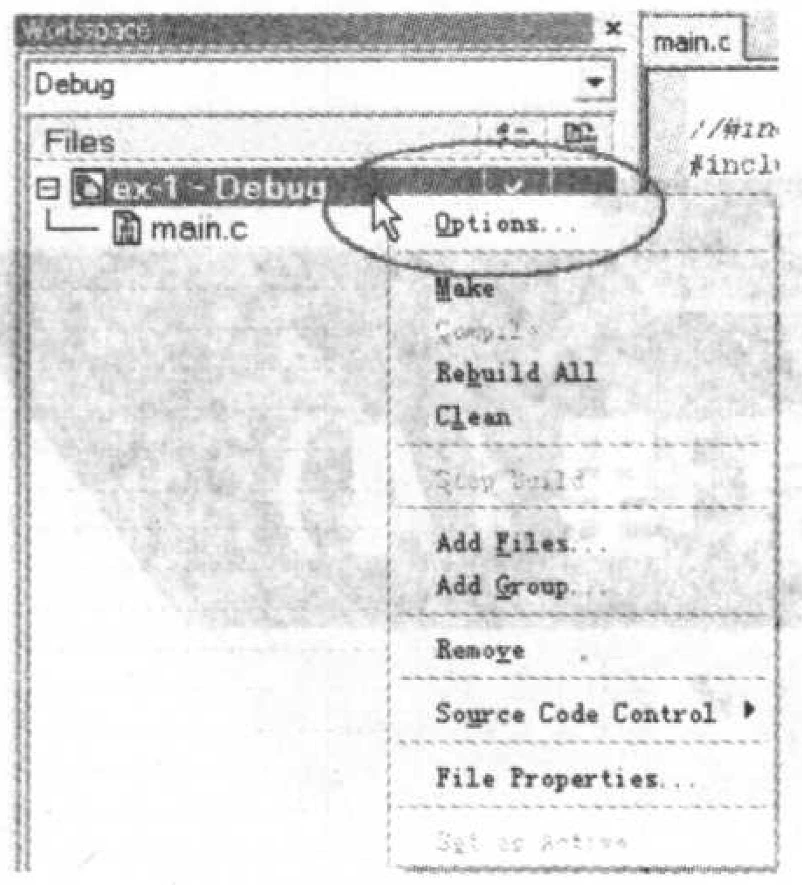


图 8

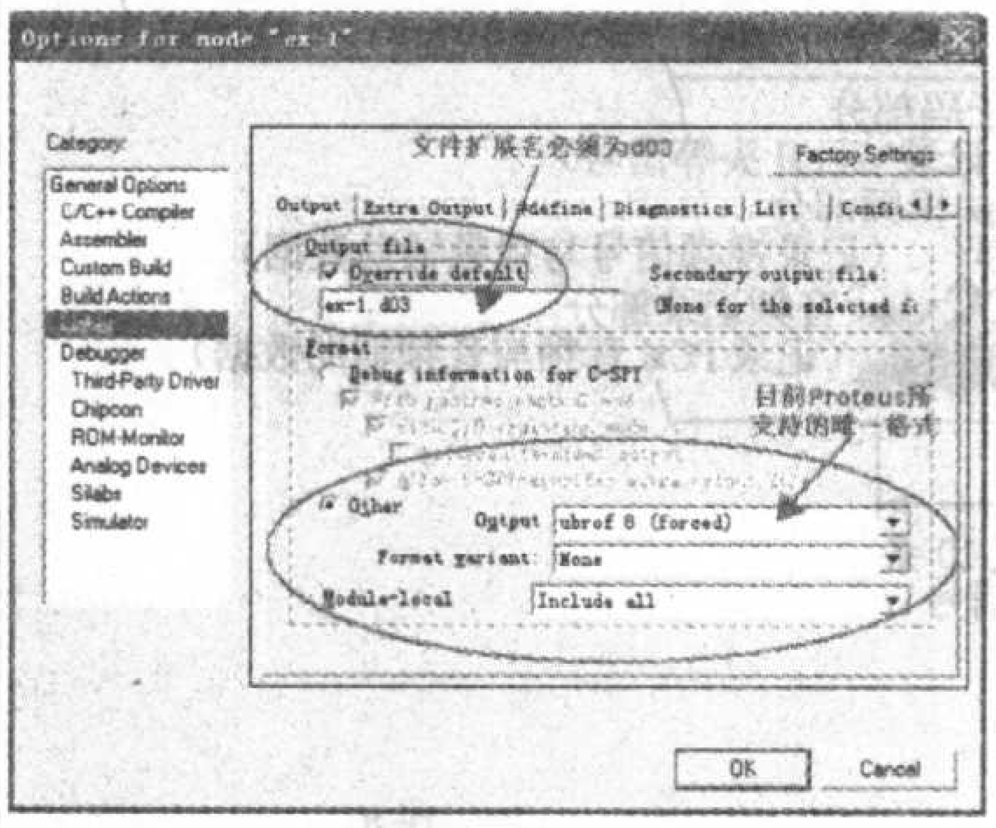


图 9

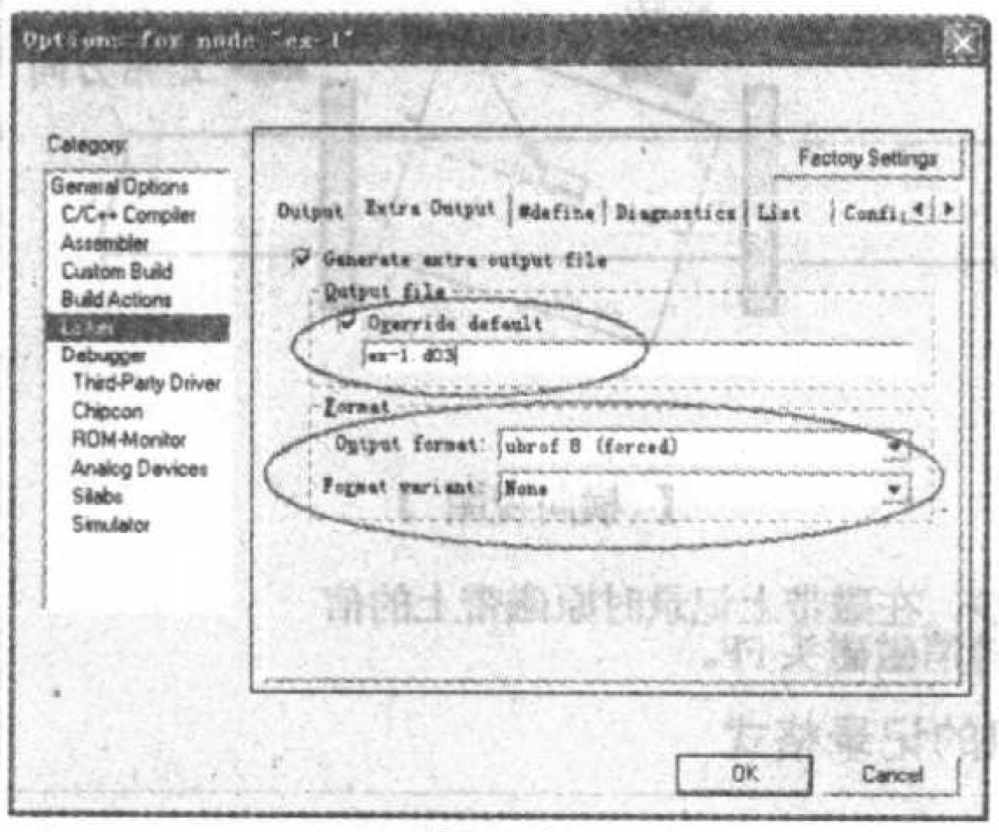


图 10

UBROF 格式的文件有两种方式：第一种方式如图9所示，选择Output栏，完成如图所示设置，其他项均为默认值；第二种方式如图 10 所示，选择

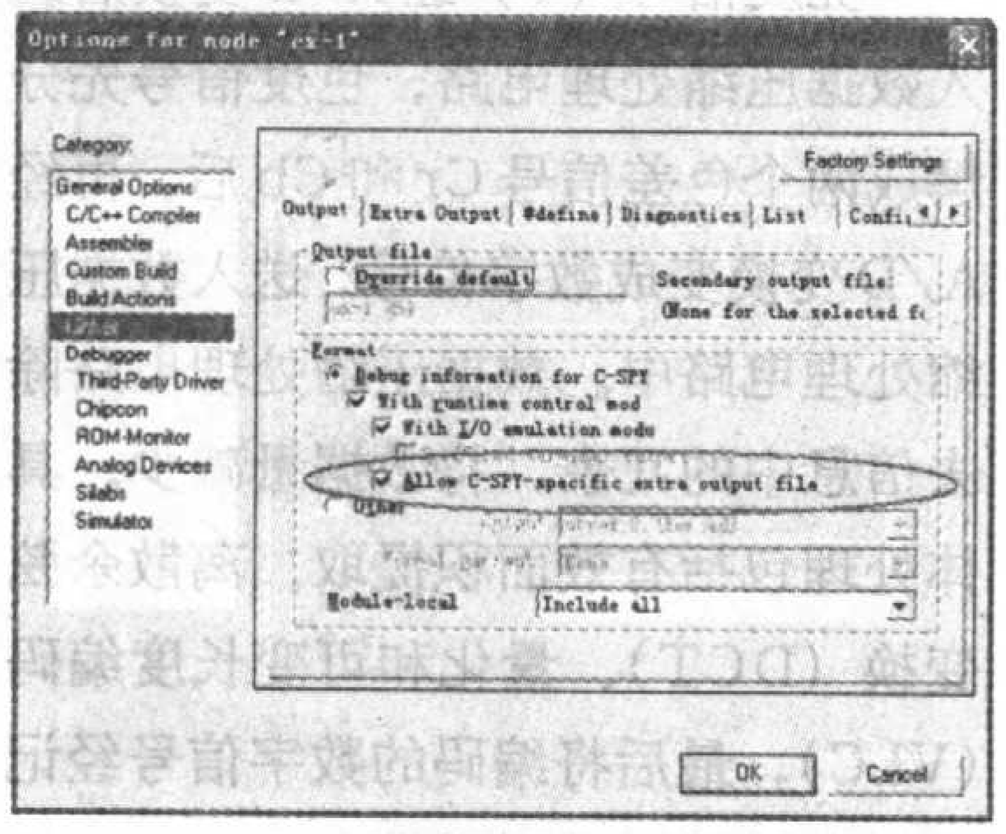


图 11

Extra Output 栏，此时若 Output 栏中的 Format 设置为 Debug information for C-SPY，则必须选中 Allow C-SPY-specific extra output file，如图 11 所示。

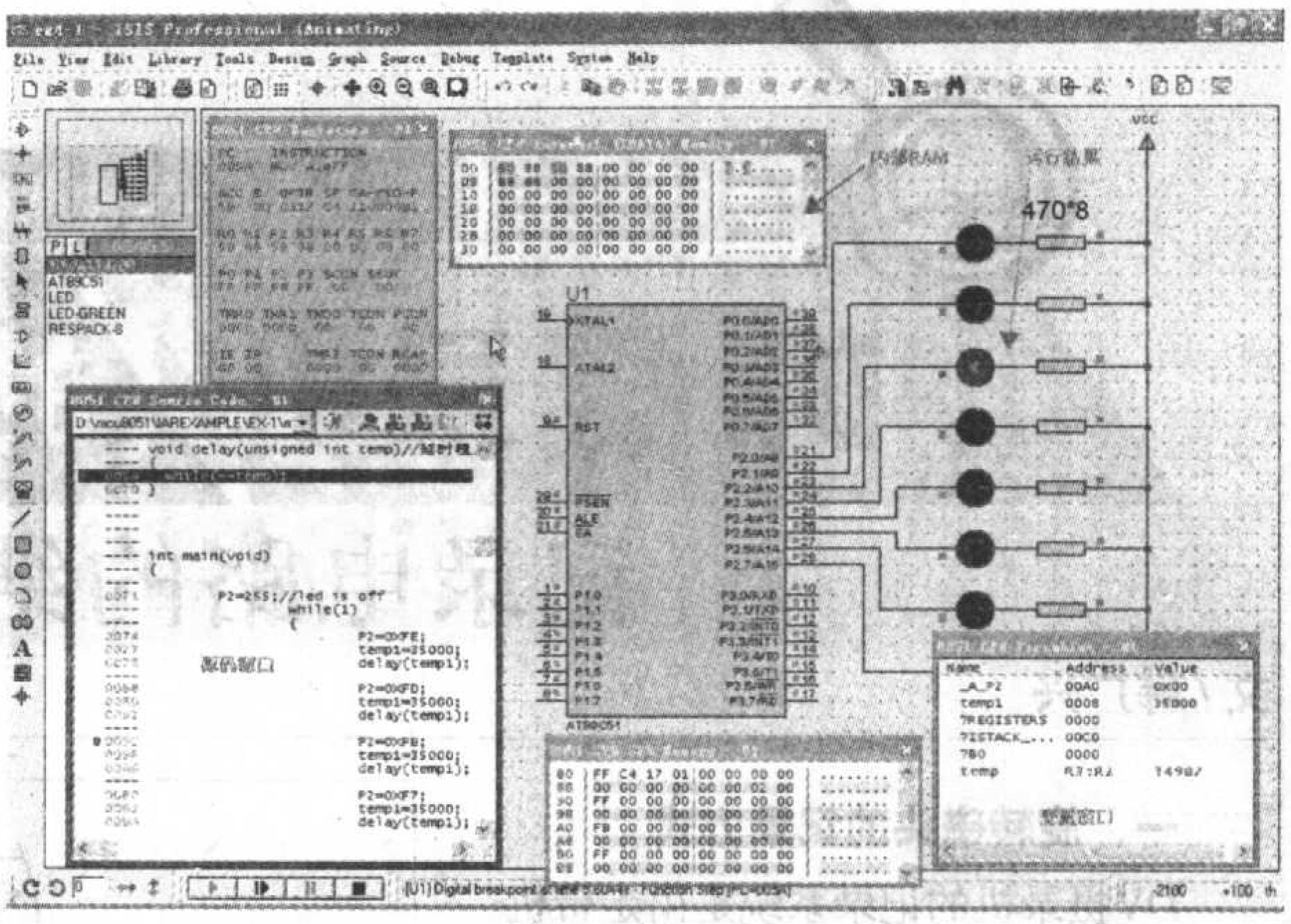


图 14

5. 在设置好之后，选择Project菜单下的Rebuild all，编译整个工程即可得到所需的 UBROF 格式文件，如图 12 所示。

图 12

如何使用 UBROF 格式的文件

在 Proteus 软件中打开单片机仿真文件，将程序文件设置成 UBROF 格式的文件，然后就可以在Proteus环境中调试系统。

当需要调出 C 源代码窗口时，先按下面的暂停按钮，然后点 Debug 菜单，如图 13 所示，将 8051 CPU Source Code-U1 选中，也可以打开其他观察窗口。这个时候的调试方式和VC++等系统相似，提供了全速、跳过函数、进入函数、跳出函数、执行到光标处、设置断点、单步等方式，如图 14 所示。

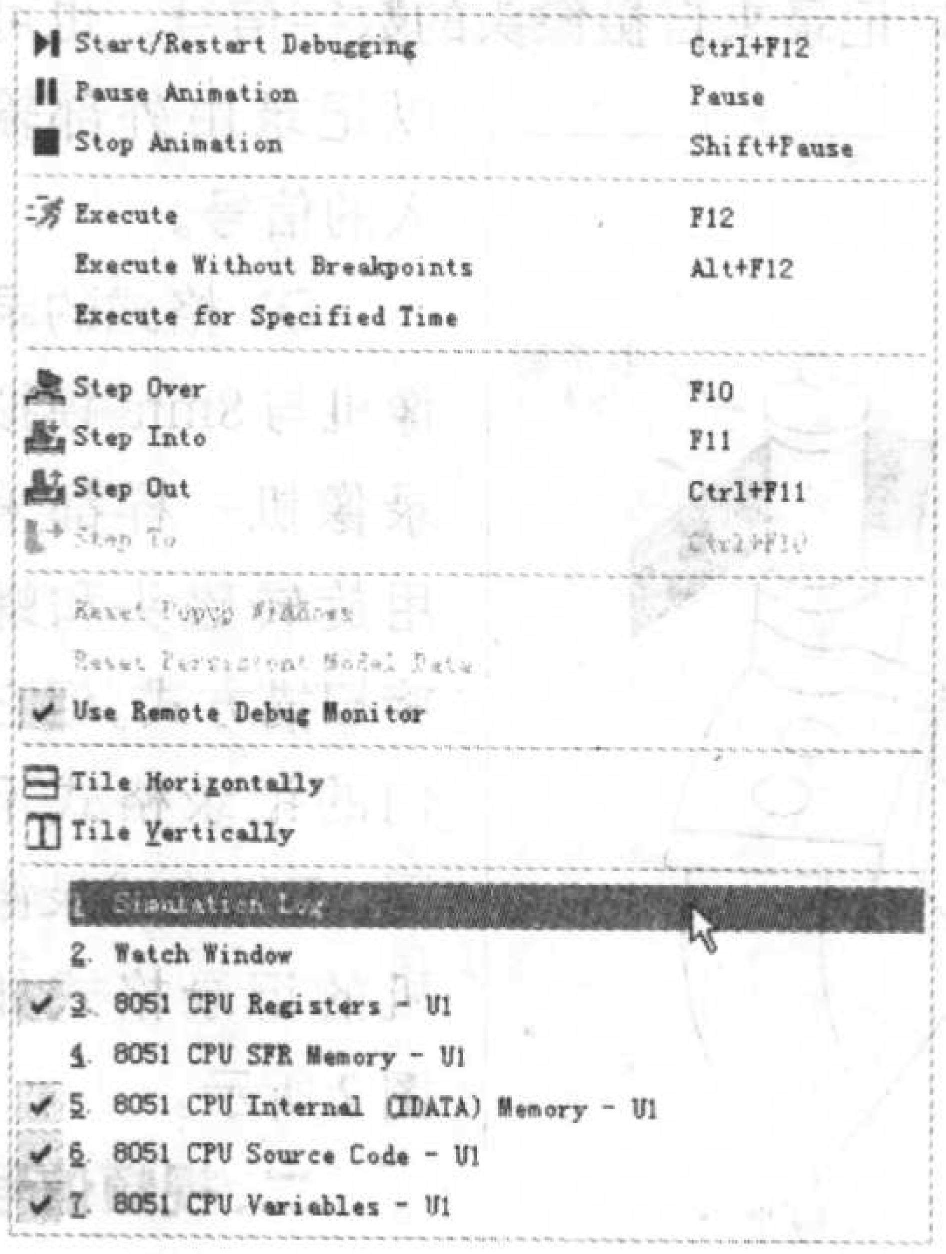


图 13

从图 13 和图 14 可以看出，采用 UBROF格式的文件比采用OMF格式的文件更有优势，因为采用 UBROF 格式的文件可以直接通过变量的名称观察程序里的变量，观察窗口可通过 Debug菜单下选中7.8051 CPU Variables-U1调出，在变量窗口中可以观察到变量temp的当前值，而采用OMF格式的文件则不具有这项功能。

总 结

利用OMF和UBROF文件进行调试的方式，将为开发节约大量的时间。由于整个仿真过程和我们使用硬件系统的操作完全一致，这样的调试方式特别适合于职业培训和职业技能的考核。目前使用 Proteus 软件仿真 8051 单片机系统时采用这种方式的还不多见，所以将自己的一些使用经验写出来供大家参考。（编者注：读者若有问题可发email至bitclxl@126.com同作者联系。）

计算机安装调试维修人员职业技能考核辅导专栏

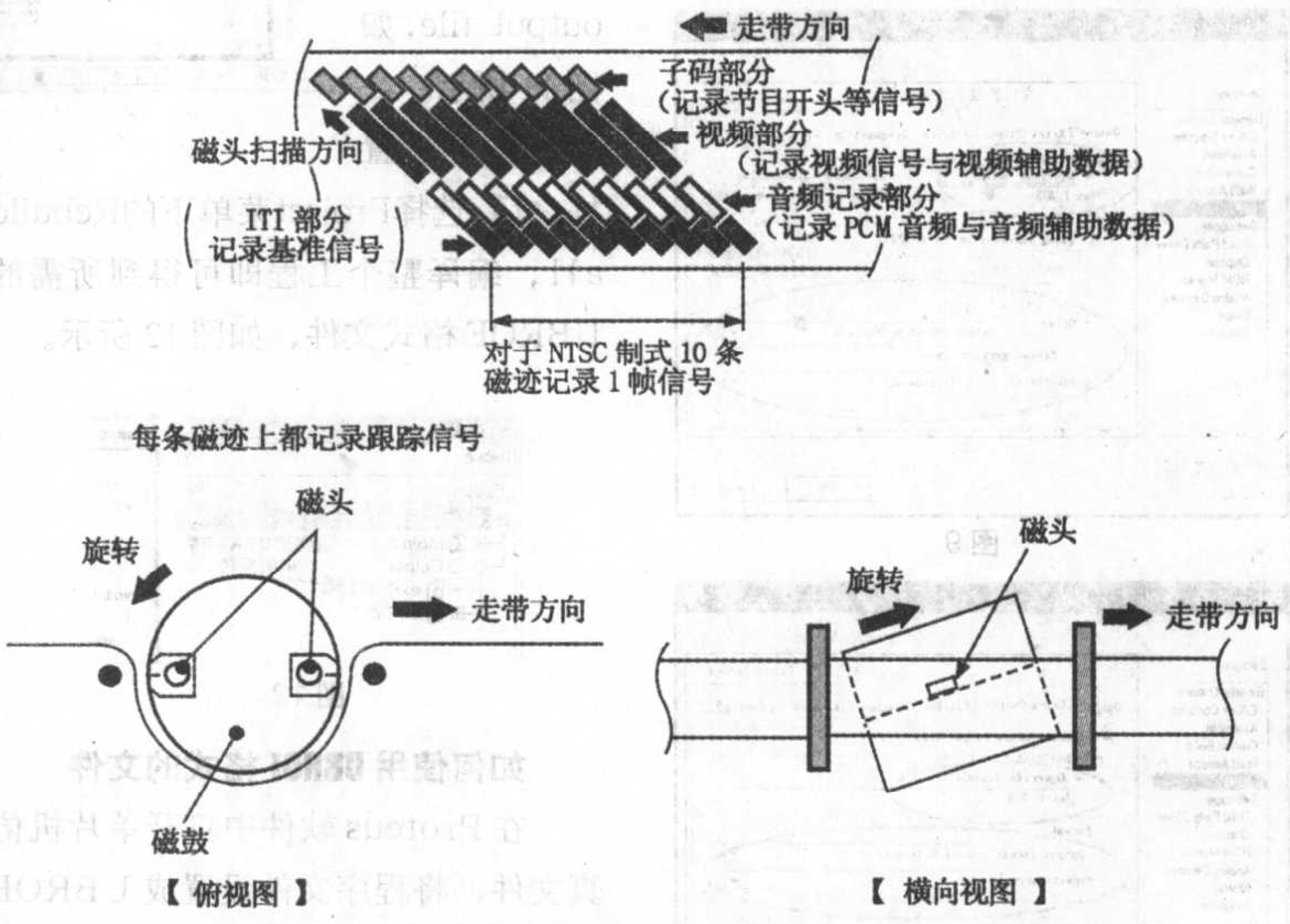
DV摄录机的结构和原理（4）

记录电路的结构和原理

文/韩广兴

一、旋转磁头的记录方式

DV摄录机的记录系统是由走带机构和信号处理电路构成的。走带机构是由旋转磁鼓和磁带运行机构组成的。为了提高记录密度，增加记录信息的容量，DV机采用高速旋转的磁头。模拟录像机也采用旋转磁头和螺旋扫描方式如图1所示。磁带平行运动、录放信号时，它包绕到圆柱形的磁鼓上，呈螺旋形，因而被称之为螺旋扫描。磁鼓每旋转一周磁头在磁带上记录两条磁迹（一帧图像），鼓的旋转速度为25Hz。DV数码录像机记录的是数字视频图像信号和数字伴音信号，由于信息量很大，每一帧图像和伴音的数字信息是需要12条磁迹，因而磁鼓的旋转速度要提高到原来的6倍。



数字录像机记录的信号低频成分很少，在磁带上记录时原磁带上的信号比较容易消除，因而没有必要设旋转消磁磁头FE。

图2 DV录像机的记录格式

DV机的记录电路将数字图像信号和数字伴音信号进行记录编码和分段组合，然后通过旋转磁头记录到磁带上，磁带上的磁迹为倾斜状。它可以记录来自摄像头的数字信号，也可以记录由外部输入的信号。

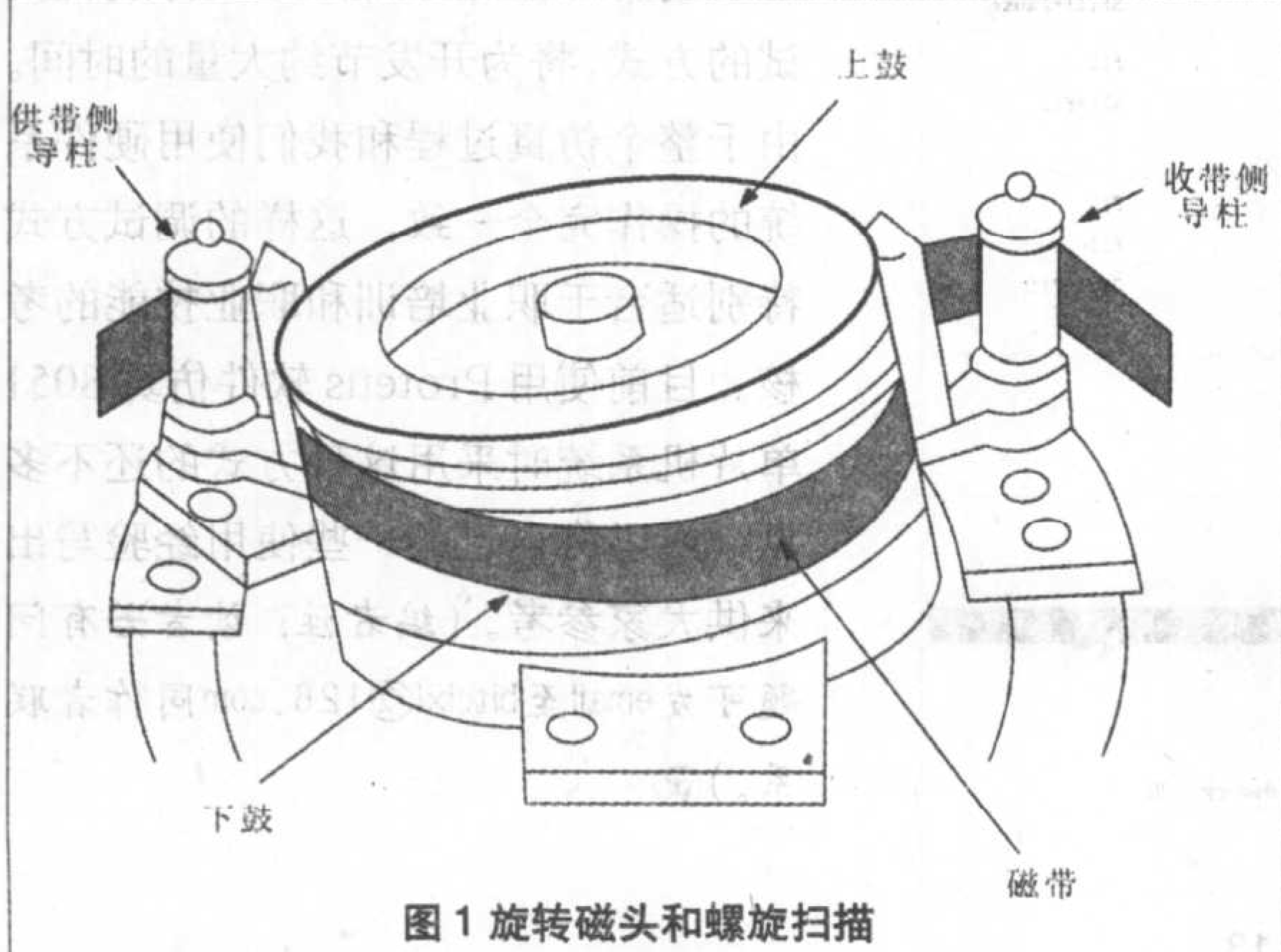


图1 旋转磁头和螺旋扫描

DV格式的录像机与8mm模拟录像机一样都采用旋转磁头和螺旋扫描方式。但它们的记录格式不同。DV格式录像机的记录格式如图2所示。

二、视频信号的数字处理

从DV录像机的记录格式图上可见，在磁迹中较大的部分是记录视频数字信号和视频辅助信号。视频信号的记录处理方框图如图3所示。

1. 视频信号的记录处理

亮度信号（Y）经A/D变换后送入数据压缩处理电路，色度信号先分解成两个色差信号Cr和Cb后，再经A/D变换变成数字信号，送入数据压缩处理电路中。数据压缩处理电路除去信息中的冗余，将数据量减少。具体处理包括有效面积提取、离散余弦变换（DCT）、量化和可变长度编码（VLC），最后将编码的数字信号经记录放大器后记录到磁带上。

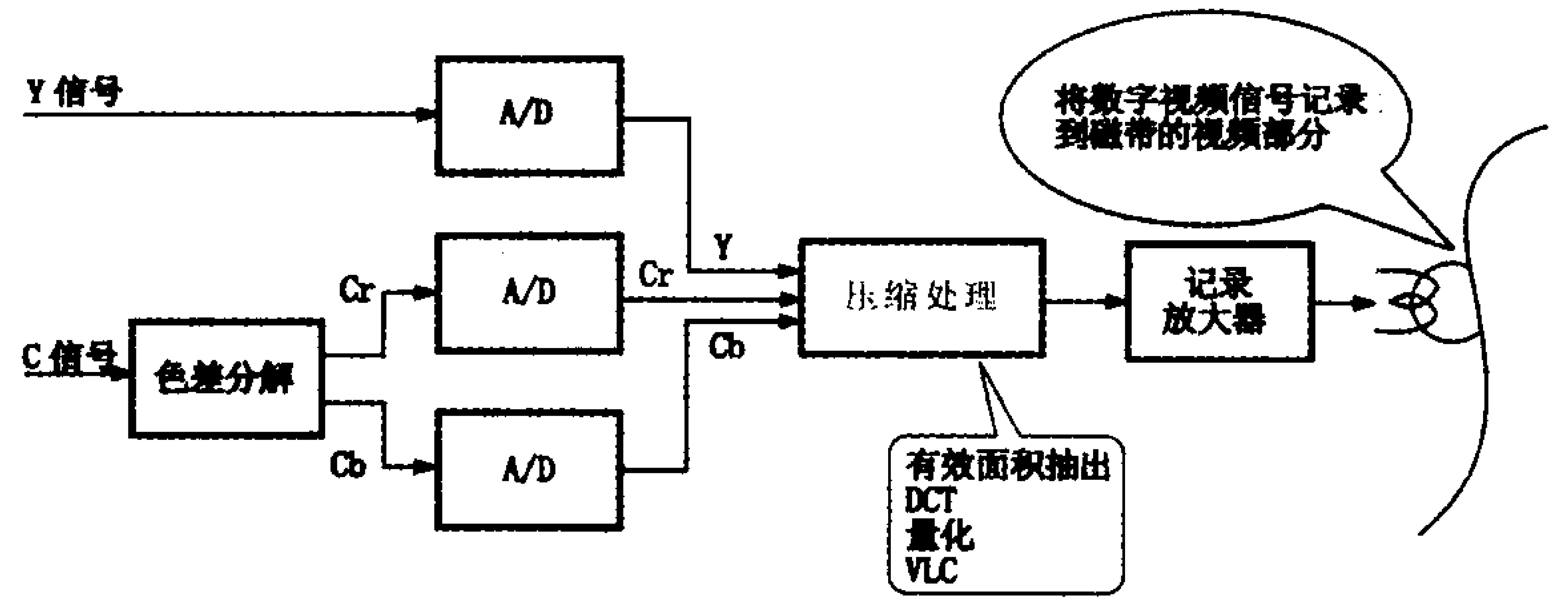


图3 视频记录方框图

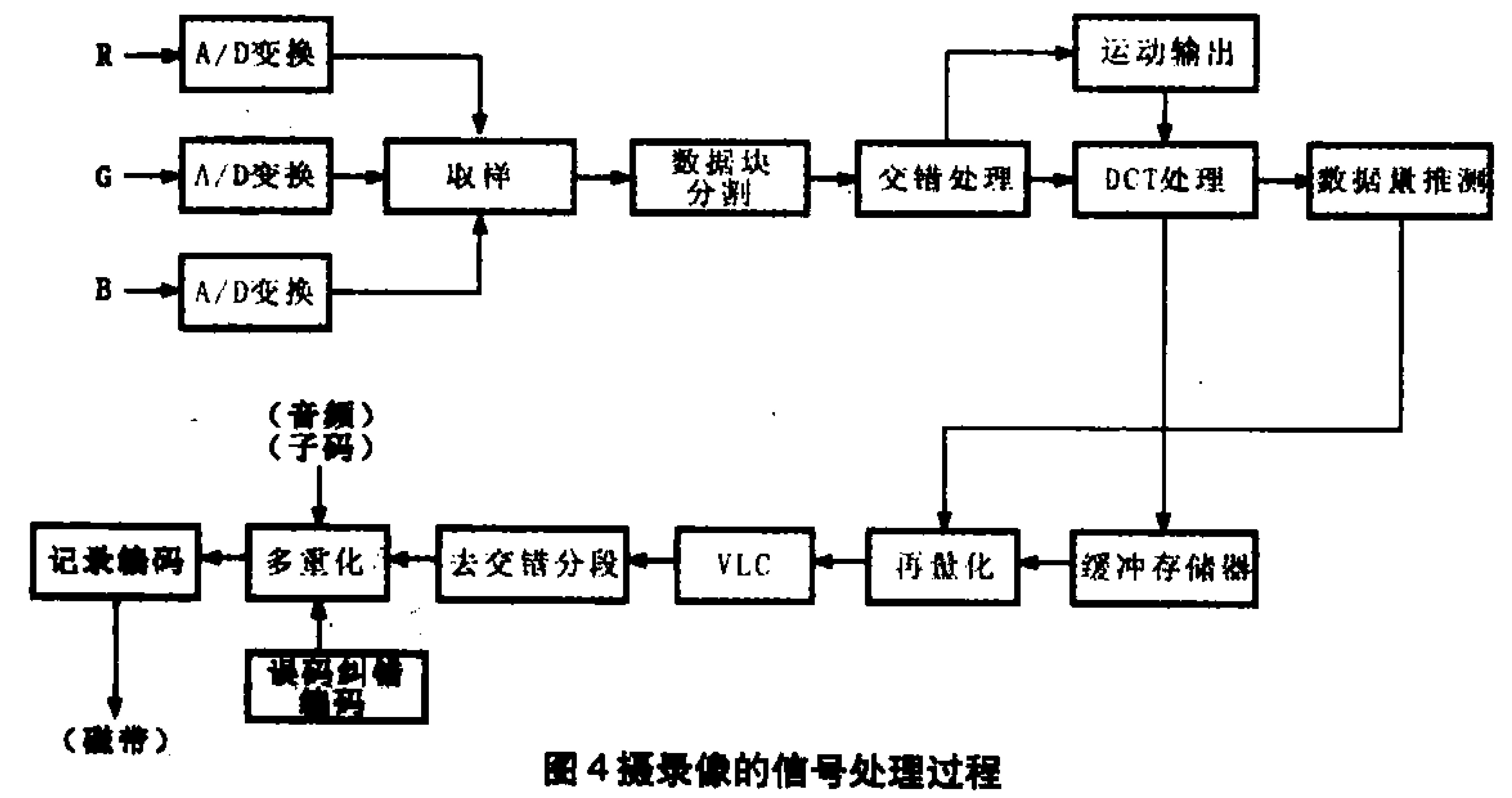


图4 摄录像的信号处理过程

2. A/D 变换与取样频率

为了使亮度信号的水平解像度得到500线，必须确保亮度信号的带宽为6MHz。为了满足这个条件，在A/D变换中，亮度信号的取样频率必须高于亮度信号带宽（6MHz）2倍以上，通常取13.5MHz。Cr和Cb两色差信号的带宽约为模拟录像机（8 m m 或VHS）的3倍，通常取1.5MHz。色差信号的取样频率也取大于带宽（1.5 MHz）的2倍，实际上取亮度信号取样频率的1/4，具体值为3.375MHz。这种方式被称为4：1：1方式，有些录像机色度的取样频率为亮度信号频率的1/2（6.25 MHz），为4：2：2方式。

在A/D变换器中的量化色差信号、Cr信号、Cb信号分别为8bit（256级）。

3. 数据压缩

视频信号A/D变化以后，其数据量每秒为162Mbit/s，它比模拟信号的数据量增加了很多，是一个相当庞大的数据量，需要消耗大量的磁带，无法实际使用。它使用有效面积提取处理，以及MPEG、JEPEG压缩处理中所使用的离散余弦变换和可变长度编码等技术，记录数据的压缩量可压缩到1/6.5。为了实现高速搜索时的图像重放，记录数据的压缩必须在一帧或一场内完成。这一点与VCD和DVD的压缩有所不同。

（1）压缩前的数据量（每秒）

Y：13.5MHz × 8bit = 108Mbit/s

Cr：3.75MHz × 8bit = 27Mbit/s

Cb：3.75MHz × 8bit = 27Mbit/s

合计：162Mbit/s

（2）有效面积的提取

在电视画面中除去不显示的消隐部分，其数据量可以从162 Mbit/s减少到124 Mbit/s。

（3）离散余弦变换

视频的数据信号离散余弦变换就是指将数据的空间坐标转换成频率坐标，数据量也就从空间量转化为频率量，从而可减少量化的数据，然后再采用可变长度编码（VLC：Variable Length Coding），出现概率高的数据用短码，出现概率少的编码用长码，这样可使编码数据减小到原来的1/5。124 Mbit/s的1/5约为25 Mbit/s。

（4）视频辅助数据（V.AUX）

在视频的磁迹部分，除录有数字视频数据信号之外，还有一些被称为辅助数据（V.AUX）的信号，即与记录内容有关的数据。具体内容是记录日期、宽度摄影识别信息、记录信号源（TV方式、TV频道以外），以及摄像时摄像机的状态信息（F值、快门、增益）等。此外，还有一种称为CGMS（Copy Generation Management System，有关防复制的信息）数字复制管理的数据也记录在这里。

（5）摄像和录像时对信号的处理过程

图4是摄像部分和录像部分同时工作时的信号处理过程。图像信号经过A/D变换（含取样），数据分割、交错处理、DCT（离散余弦变换）处理、VLC（可变长度编码），去交错分段处理、多重化（加入音频数据）处理，记录编码。最后送往磁头记录到磁带上。

三、音频信号的数字处理电路

在磁迹格式中音频信号记录部分主要记录PCM音频信号和音频辅助信号（A.AUX）。

1. PCM 音频记录

音频信号的数字处理有12bit模式和16bit模式两种。在摄录机中，有固定为12bit量化的机种，也有可选择12bit或16bit两种模式的机种 在重放状态，所有的摄录机都能自动识别和自动变换重放模式。

（1）16bit 2声道方式

在CD机或DAT（数码录音机）机中的音频数字信号，其取样频率通常

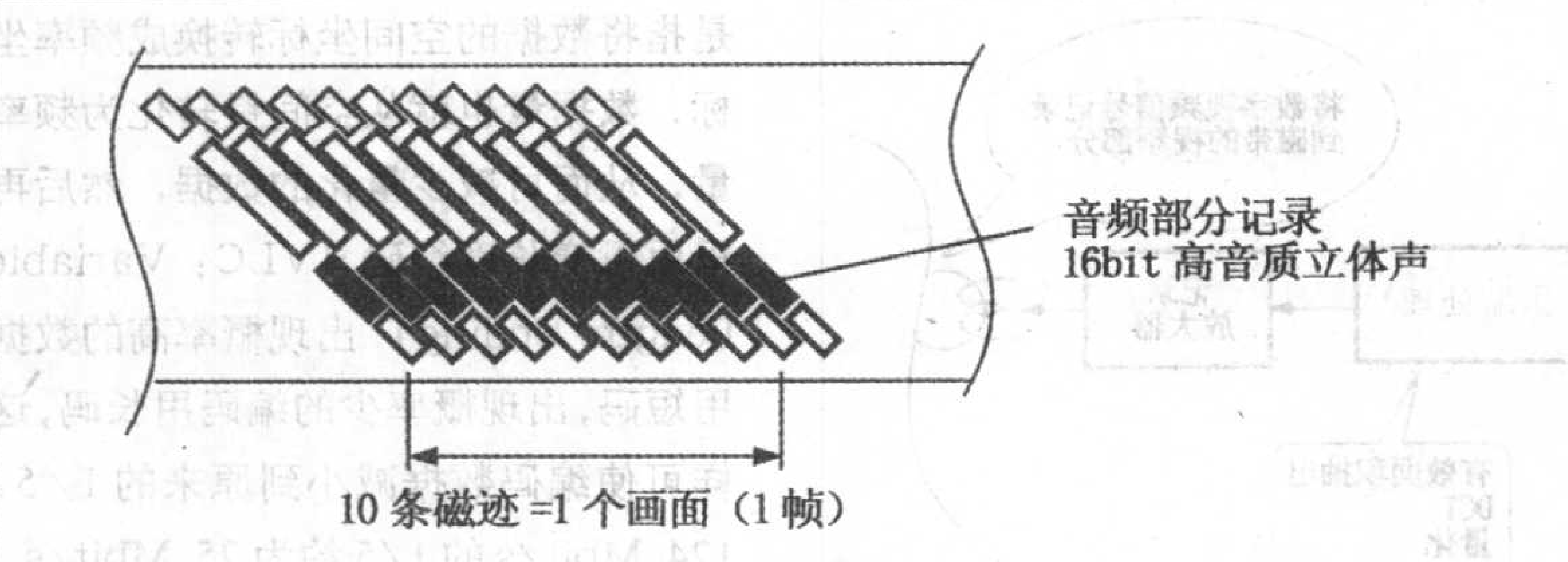


图 5 16bit 量化方式

有3种：即48kHz、44.1kHz、32kHz可供选择。DAT 用48kHz，CD 机中用44.1kHz，8mm 录像机用 32kHz。

DV 机 2 声道方式的取样频率为48kHz，量化数为16bit 线性量化方式，如图 5 所示。

（2）12bit 4 声道方式

12bit 4声道是为后配音而采用的方式，将音频磁迹分成两部分，每一部分记录12bit 2声道，如图6所示。

音频的取样频率为32kHz，量化数为12 bit 非线性量化。

（3）音频辅助信号

在音频磁迹部分，除记录PCM音频信号之外，还记录音频辅助数据。所记录的信号主要是取样频率、量化比特数、记录模式、记录日期以及CGMS信号。

2. 子码记录部分

在磁带的磁迹上专门有一部分记录子码信号。子码信号的主要内容有如下几个部分。

（1）时间码

在磁带上每一幅画面都对应一个时间，象磁带上的顺序位置一样，这对编辑是很重要的。一段节目从哪里开始到哪里结束可以准确地选取，可精确到1帧图像。

（2）识别信号（索引）ID

录像机在记录数字视频信号时，在每段节目的开头记录一段索引信号，在放像进行200倍的高速搜索节目时，由磁头检出这个索引信号，以便判别节目录制的位置。

（3）照片索引 PP-ID

摄录机也可以记录静画照片，为了便于搜索照片记录的位置，所记录的标记信号就是索引信号 ID。

3. 插入和磁迹信号记录部分 ITI (Insert and Track Information)

ITI 信号的记录位置如图 7 所示，这一部分是为了记录高精度基准信号而设的。

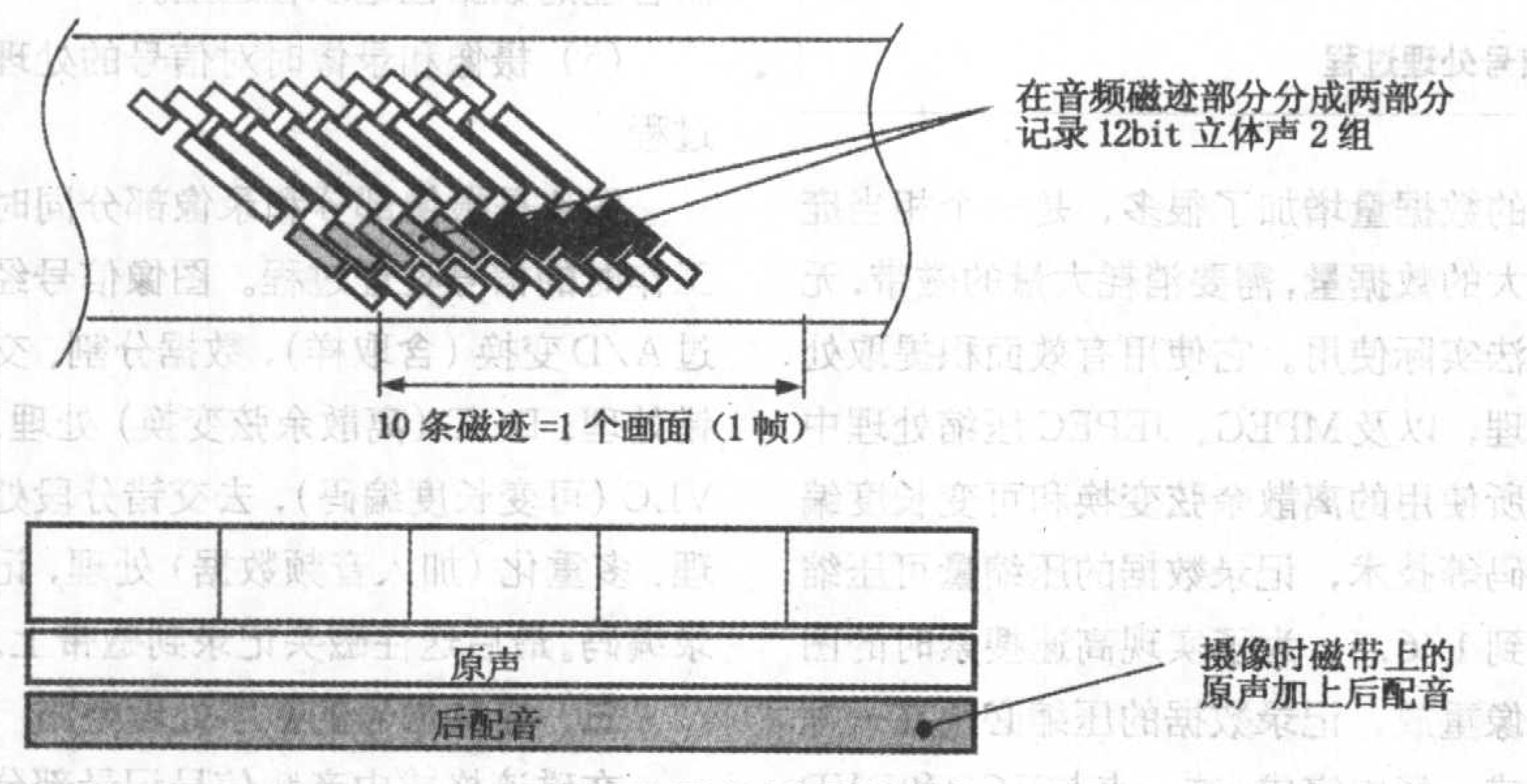


图 6 音频 12 bit 量化方式

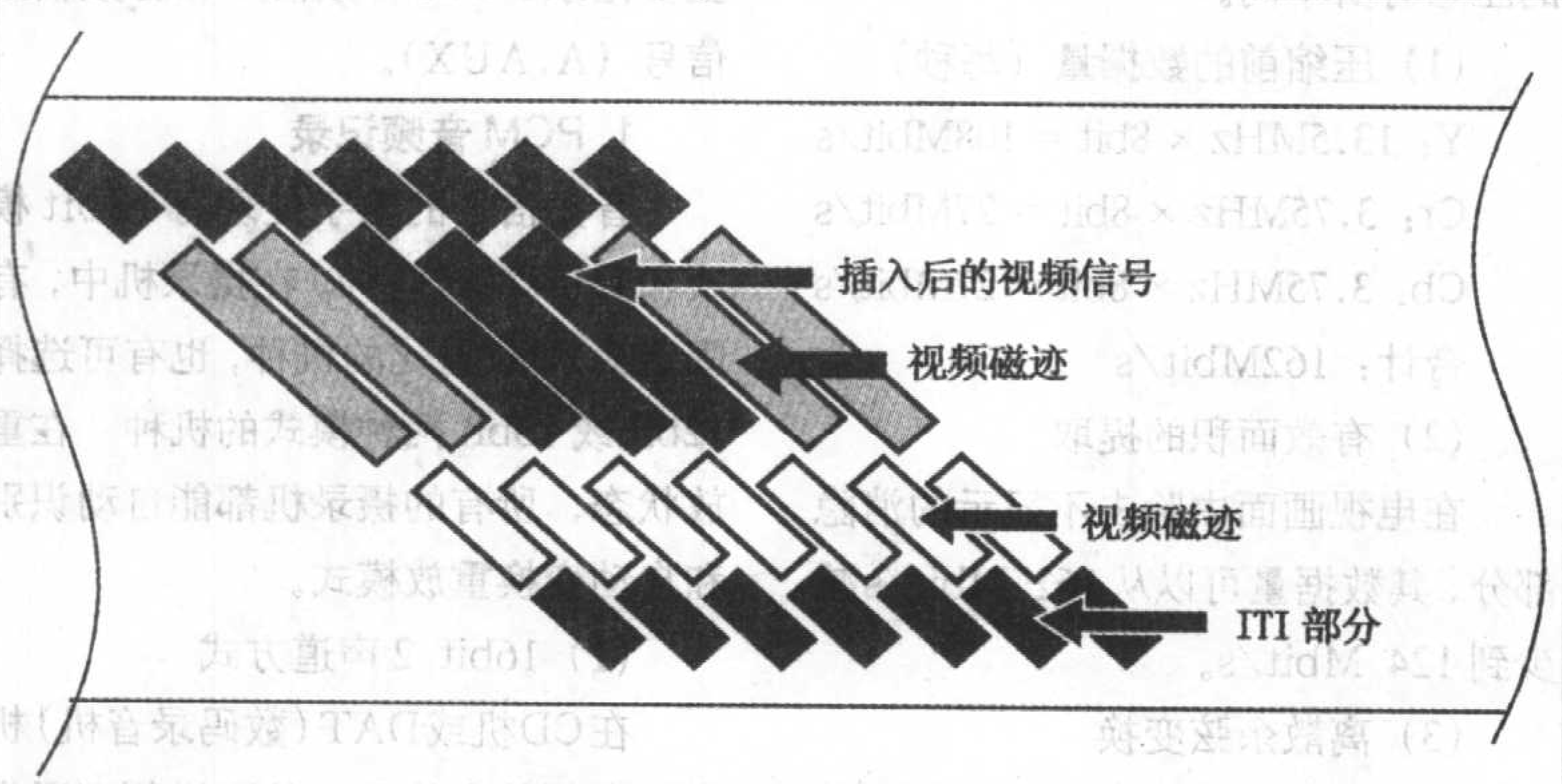


图 7 插入视频信号的示意图

光驱仓门不易打开故障的修复

文 / 杜益群

一台联想台式计算机，使用时间约2年。近日发现光驱开启困难，要反复按动光驱开关 10 多次仓门才能打开，而且开启无规律。检查时，放入光盘后光驱读盘正常。仔细观察光驱发现光驱开仓门的电机运转正常，但皮带轮不转，用手轻推一下皮带仓门立即运行，说明皮带老化打滑了。

解决办法：找一黄豆大小的松香和一点酒精，放入一个小瓶盖中绞绊，使松香充分溶化。用一小细铁丝沾少许溶化的松香抹到皮带上，皮带凉干后重新开机，光驱开启自如，故障排除。

走进精彩的AVR单片机世界

ATmega16 休眠模式的应用

文/李鹏飞

编者注：

“走进精彩的AVR单片机世界”系列文章已经刊登了12期，受到了单片机爱好者的欢迎，为了方便读者学习、应用AVR单片机，进一步加强读者、作者的互动，您对本系列文章有什么问题，可通过email:atmega16@tom.com与作者联系，也可给编辑部来电、来信。

ATmega16具有休眠模式控制，可以使应用程序关闭MCU中没有使用的模块，从而降低功耗。对于使用电池供电的系统，这一特性为用户提供了控制功耗的绝佳途径。

AVR系列MCU提供了多种休眠模式，允许用户根据实际应用的需求选定合适的省电休眠模式。ATmega16具有6种休眠模式，分别是空闲模式（idle）、ADC噪声抑制模式（ADC noise reduction）、掉电模式（power-down）、省电模式（power-save）、等待模式（standby）和扩展等待模式（extended standby）。

若要使ATmega16进入休眠模式，程序中应置位MCUCR寄存器（见表1）中的SE位，然后执行SLEEP指令。当前MCUCR寄存器中的SM2，SM1和SM0的设置决定了执行SLEEP指令后，MCU将进入哪一种休眠模式，见表2。休眠中的MCU可以被相应的中断唤醒，详情见表3。

表1 MCUCR寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
SM2	SE	SM1	SM0	–	–	–	–

表2

SM2	SM1	SM0	休眠模式
0	0	0	空闲模式
0	0	1	ADC噪声抑制模式
0	1	0	掉电模式
0	1	1	省电模式
1	0	0	保留
1	0	1	保留
1	1	0	等待模式
1	1	1	扩展等待模式

表3

休眠模式	中断唤醒源					
	INT2 INT1 INT0	TWI Address Match	Timer2	SPM/EEPROM Ready	ADC	Other I/O
空闲	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ADC噪声抑制	✓[1]	✓	✓	✓	✓	
掉电	✓[1]	✓				
省电	✓[1]	✓	✓[2]			
等待	✓[1]	✓				
扩展等待	✓[1]	✓	✓[2]			

注：1. INT0/INT1必须为电平触发中断方式
2. 条件是ASSR寄存器中的AS2位为1

ATmega16执行SLEEP指令，进入休眠模式，程序即停在此处，不再往下执行指令。直至ATmega16被唤醒，才继续执行SLEEP下面的指令。休眠唤醒的过程是，中断产生后，首先有一段启动时间，然后等待4个时钟周期以使时钟振荡稳定，之后执行中断服务程序，返回到SLEEP的下一条指令。

休眠模式简介

1.空闲模式：在此模式下，CPU停止运行，SPI、USART、模拟比较器、ADC、TWI、T/C2、看门狗与中断系统仍然正常工作。这个模式只是停止了clk_{CPU}和clk_{FLASH}，其他时钟则继续工作。

2.ADC噪声抑制模式：在此模式下，CPU停止运行，而ADC、外部中断，TWI地址匹配单元，T/C2和看门狗正常工作。此模式停止了$clk_{I/O}$、clk_{CPU}和clk_{FLASH}，其他时钟继续工作。此模式改善了ADC的噪声环境，使得ADC的转换精度更高。如果ADC使能，则进入此种休眠模式将自动启动一次AD转换，AD转换完成中断将唤醒MCU。

3.掉电模式：在此模式下，CPU停止运行，外部晶体停止振荡，只有外部中断，TWI地址匹配单元和看门狗（如果被使能）继续工作。这个休眠模式停止了所有的时钟，只有异步模块可以继续工作。

4.省电模式：此模式与掉电模式只有一点不同，如果T/C2为异步驱动，即寄存器ASSR的AS2位为1，则T/C2在省电模式中继续运行。除了掉电模式的唤醒方式，T/C2的溢出中断和比较匹配中断也可以将MCU从省电模式中唤醒。如果T/C2不是异步驱动方式，则建议使用掉电模式而非省电模式。

5.等待模式：此模式与掉电模式的唯一区别在于振荡器继续工作。

6.扩展等待模式：此模式与省电模式的唯一区别在于振荡器继续工作。

实例

本篇实例可在之前的硬件基础上完成，无需添加新硬件。利用ATmega16进入休眠模式后CPU停止运行的特点，在SLEEP指令后加上点亮LED的指令进行验证。程序执行到SLEEP进入休眠，LED是熄灭的，通过外部中断唤醒MCU，程序继续执行，LED被点亮。

1.空闲模式验证：

```
ClearLcd(); //清屏LCD
delay_us(80); //等待清屏操作完成
CharsWrite(0,1,"SLEEP IN IDLE");
MCUCR &= 0X40; //将休眠模式位清0,即休眠模式1
asm("sleep"); //在线嵌入汇编，CPU进入idle休眠模式
              //休眠直至用户按键动作，外部中断唤醒
PORTA = 0X00; //CPU被唤醒，点亮PA口LED
CharsWrite(0,2,"NOW MCU WAKEUP");
delay_ms(5000);
PORTA = 0XFF; //55秒钟后熄灭PA口LED
```

2.ADC噪声抑制模式验证：

```
ClearLcd(); //清屏LCD
delay_us(80); //等待清屏操作完成
ADCSRA |= (1<<ADEN);//使能ADC
CharsWrite(0,1,"SLEEP IN ADC:"); //在LCD的第一行显示"SLEEP IN ADC"
MCUCR &= 0X40;
MCUCR |= 0X10; //将休眠模式位送1,即休眠模式2，ADC噪声抑制模式
asm("sleep"); //在线嵌入汇编，CPU进入ADC休眠模式
//在此模式下，进入休眠会自动启动一次AD转换，转换完成中断将唤醒MCU
PORTA = 0X00; //ADC转换完成唤醒MCU，点亮PA口LED
CharsWrite(0,2,"NOW MCU WAKEUP");
delay_ms(5000); //5秒钟后显示AD转换结果
data_con(); //将ad转换值转换为电压值
ClearLcd(); //清屏LCD
delay_us(80); //等待清屏操作完成
CharsWrite(0,1,"ADO VOLTAGE:");
CharsWrite(0,2,adc_show); //在LCD上显示转换电压值
delay_ms(5000);
PORTA = 0XFF; //关闭LED
ADCSRA &=~ (1<<ADEN);
```

// 禁止ADC，因为如果进入IDLE模式，ADC被使能，也将开始一次AD转换对于ADC噪声抑制模式，因为AD转换完成即唤醒CPU，所以CPU休眠时间非常短。

3.掉电模式验证：

```
ClearLcd(); //清屏LCD
delay_us(80); //等待清屏操作完成
CharsWrite(0,1,"POWERDOWN MODE");
MCUCR &= 0X40;
MCUCR |= 0X20;//将休眠模式位送2,即休眠模式3，掉电模式
asm("sleep"); //在线嵌入汇编，CPU进入掉电休眠模式
//等待外部中断唤醒
PORTA = 0X00; //被唤醒，点亮PA口LED
CharsWrite(0,2,"NOW MCU WAKEUP");
delay_ms(5000);
PORTA = 0XFF; //5秒钟后熄灭PA口LED
```

完整源代码见本期配刊光盘。

篇后练习

空闲模式（idle）还可以使用Timer2产生的中断唤醒，编写程序，MCU进入空闲休眠模式后，通过Timer2唤醒。

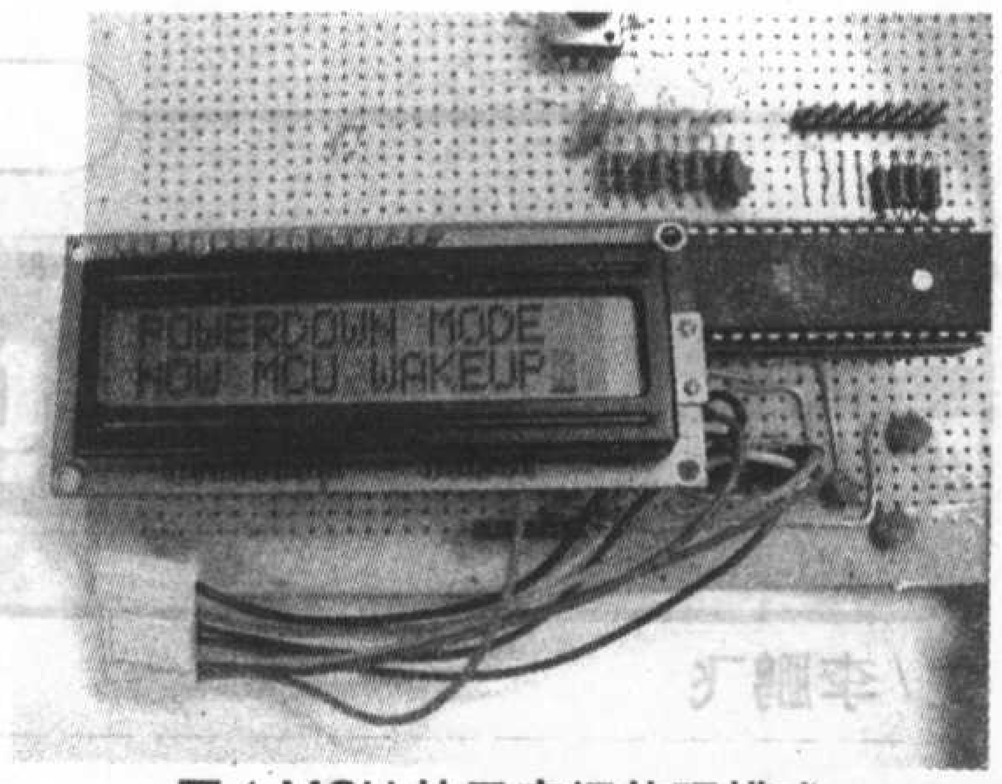


图1 MCU处于空闲休眠模式

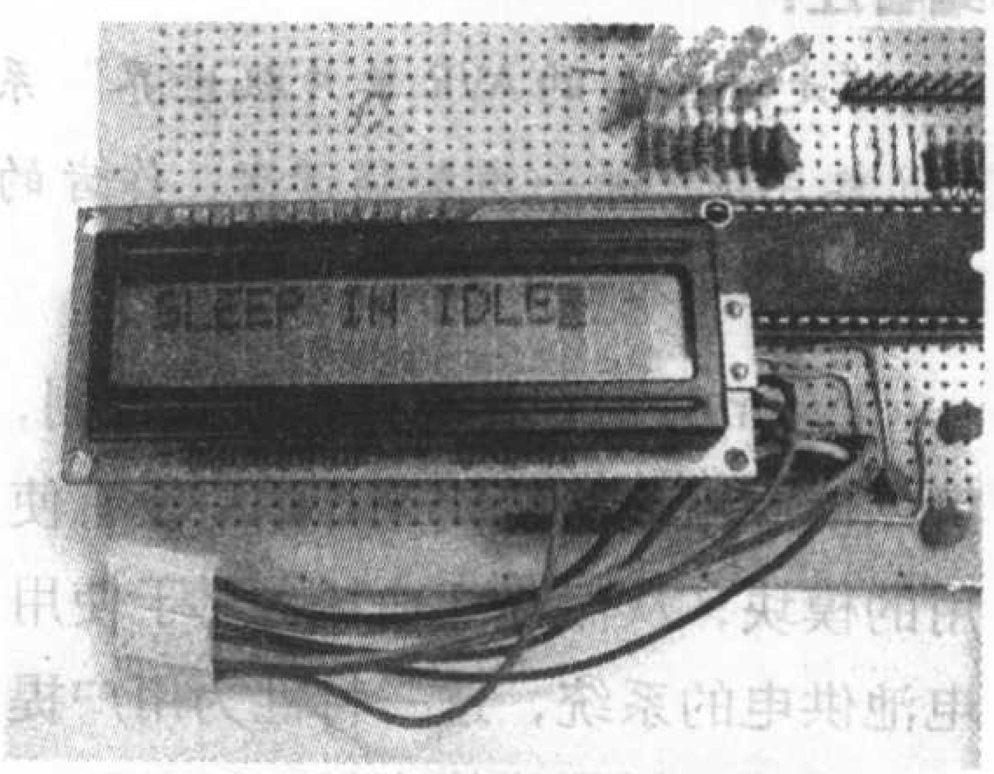


图2 MCU从空闲休眠模式中被唤醒

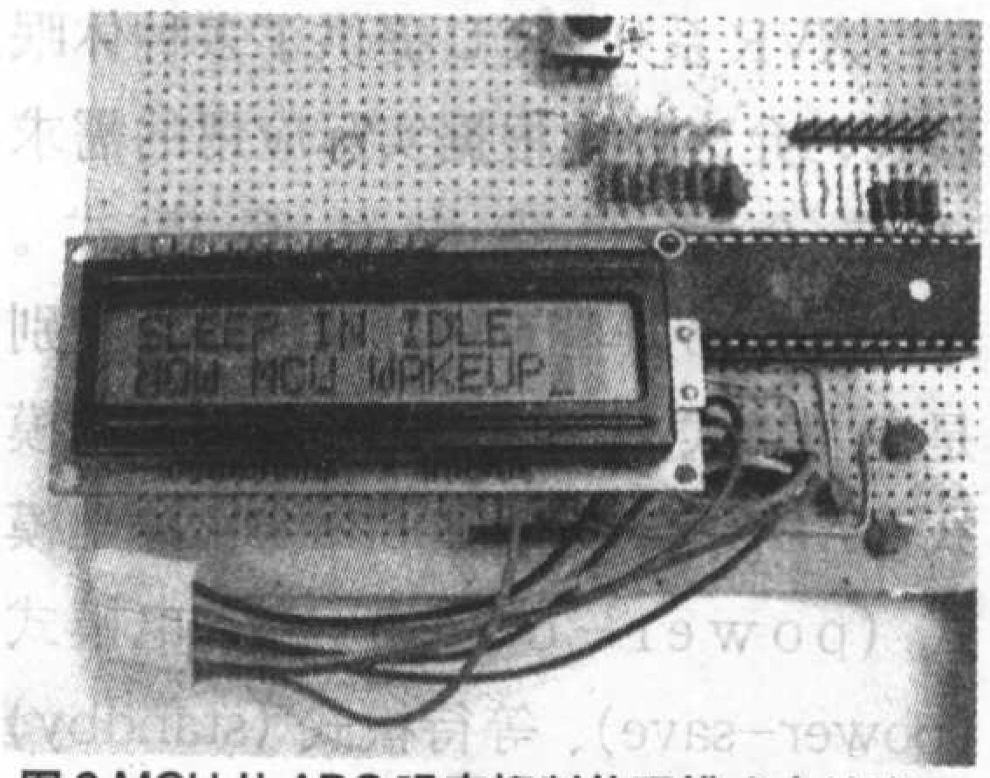


图3 MCU从ADC噪声抑制休眠模式中被唤醒

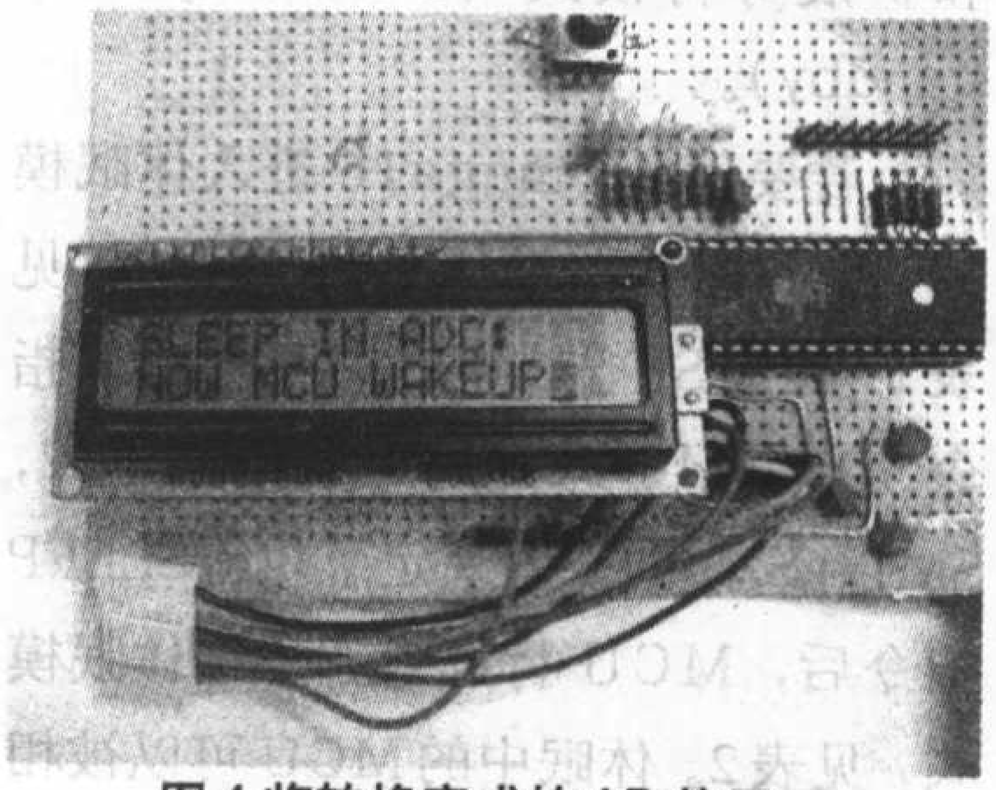


图4 将转换完成的AD值显示

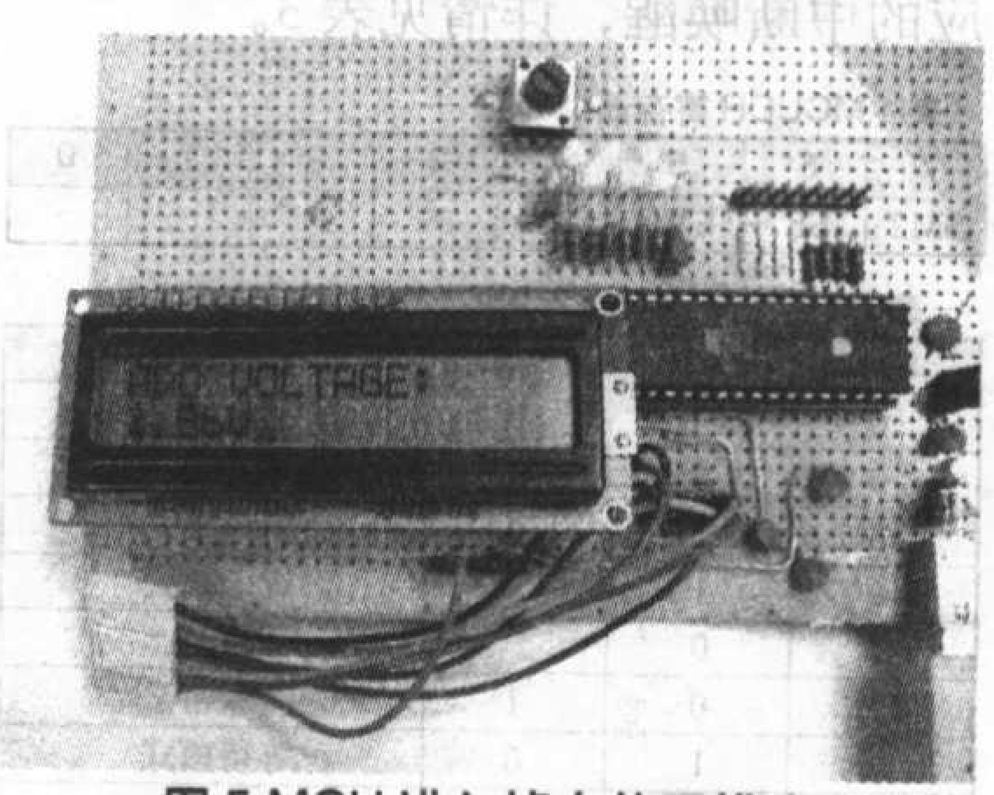


图5 MCU进入掉电休眠模式

简单实用的通用单片机控制板

文/石伟屹（BG8AJW）

我们自己动手制作电路时经常会使用单片机作为控制部分，而面对不同的被控制电路，往往需要重新设计制作相应的控制板，笔者深为这一点苦恼，于是制作了一款通用的单片机控制板来解决这个问题。

本控制板基于PIC16F877A型单片机，有丰富的外围接口，可以对绝大多数外围电路进行控制。同时，板上有LED指示灯、数码管、4×4键盘等基本输入输出电路（均可再次扩展），可作为简易单片机实验板，非常适合单片机初学者和工程师。

本控制板电路由电源、复位、时

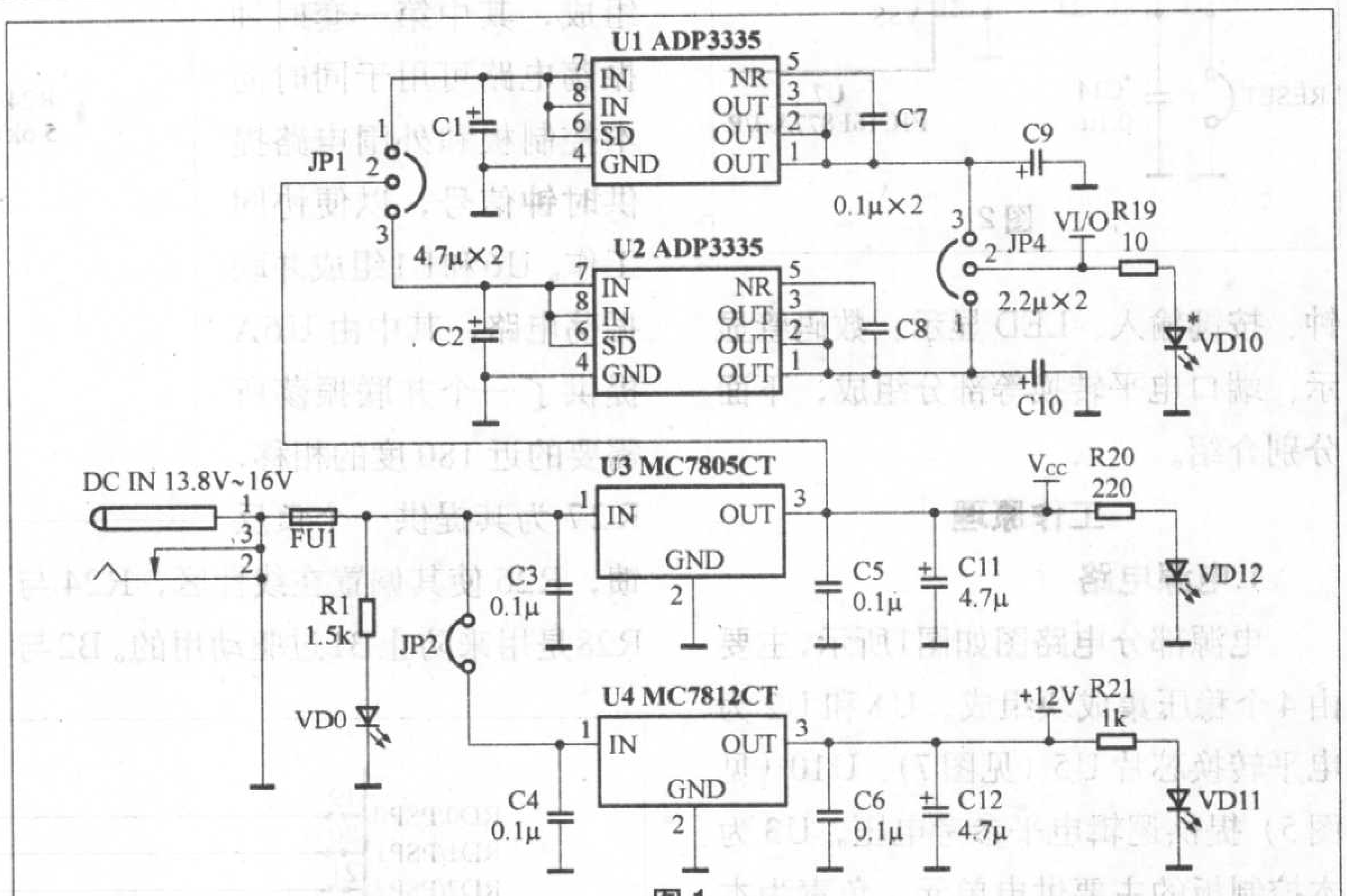


图1

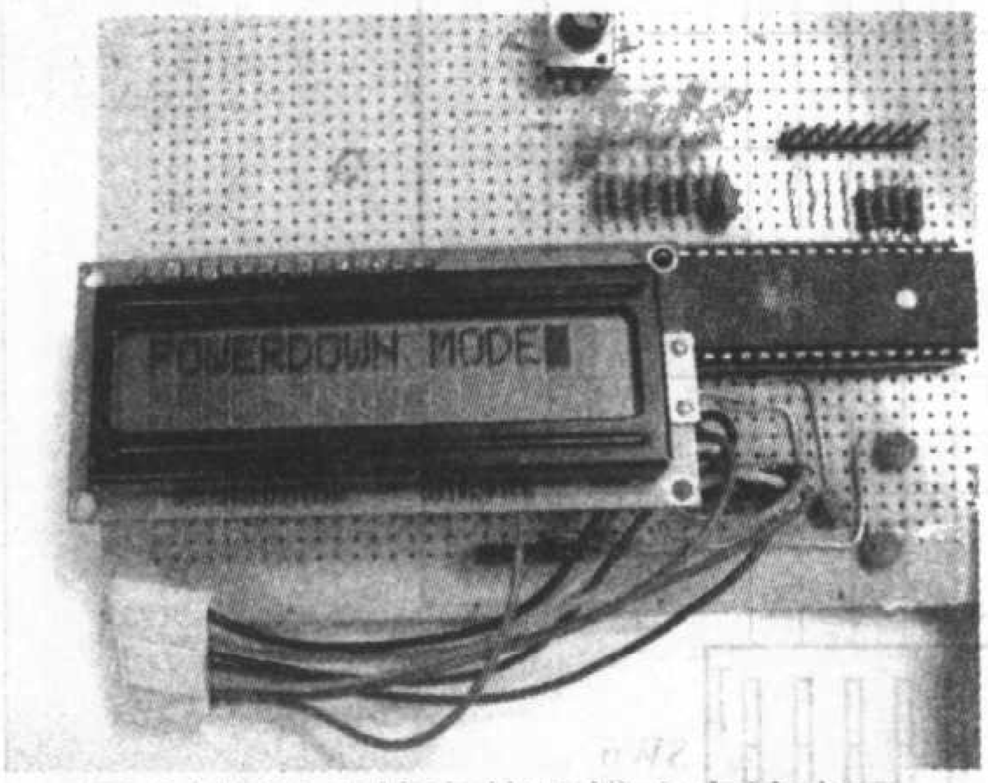


图6 MCU从掉电休眠模式中被唤醒

结束语

至此，“走进精彩的AVR单片机世界”专栏就告一段落了。专栏以ATmega16为例，从编译软件到仿真软件和下载软件，从汇编语言到C语言，从ATmega16各个外围的控制方法到具体电路的应用都给予了介绍。对于没有接触过AVR单片机的读者来说，刚开始的入门阶段可能会有些困难，但是通过多编写一些程序，并在硬件上进行结果的验证，会很快掌握AVR系列MCU的使用方法。相信你也一定会喜欢上这个强大、高速、可靠的MCU！

“跟我做AVR单片机实验”系列文章预告

为了满足广大读者学习AVR单片机的需要，我刊专门请作者为读者设计了一个以AVR单片机ATmega8为核心的实验板（见下图），通过做实验的方式来降低大家学习AVR单片机的难度。该实验板电路比较简单、成本低，很适合读者自制。

从下一期开始将刊登相关的文章，拟做的实验有：

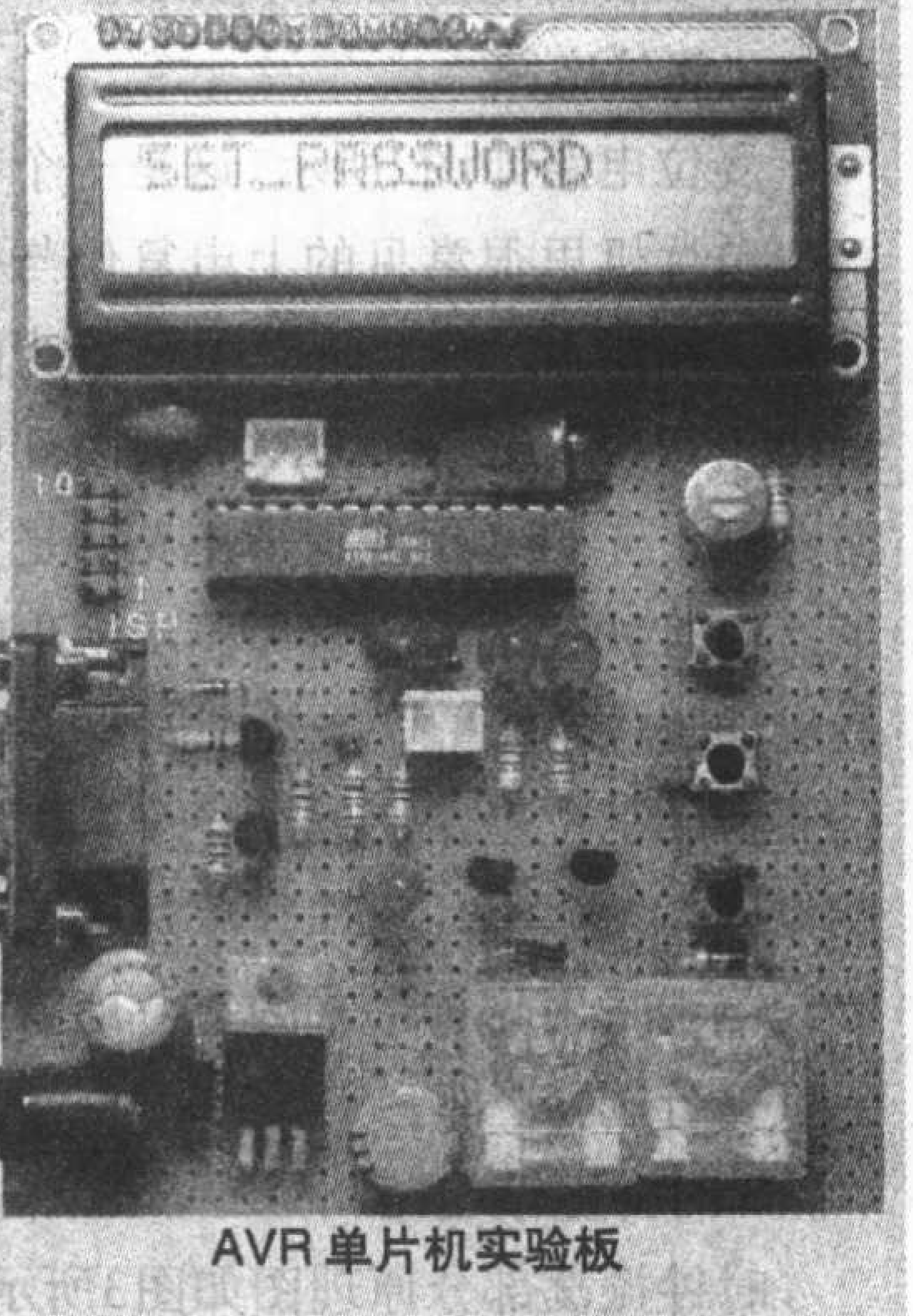
电源开关控制器：主要介绍ATmega8的I/O口的应用、熔丝位的设置等一些基础知识。介绍两个实例：第一个是用两个按钮分别控制两个继电器，采用单键触发的方式；第二个采用双键控制一个继电器，一个控制开，一个控制关。

数字电压表头：主要通过数字电压表头介绍ATmega8内部ADC转换器的使用方法和LCD1602液晶显示屏的使用方法，数字电压表头的量程为2.5V，读者可根据自己的需要进行修改。

数字频率计：主要通过数字频率计这一实例介绍ATmega8定时器的功能，用T/C0作计时器、T/C1作计数器测量频率，频率计是采用7位显示的。

……

更多实验，敬请关注2007年的《无线电》杂志。



AVR单片机实验板

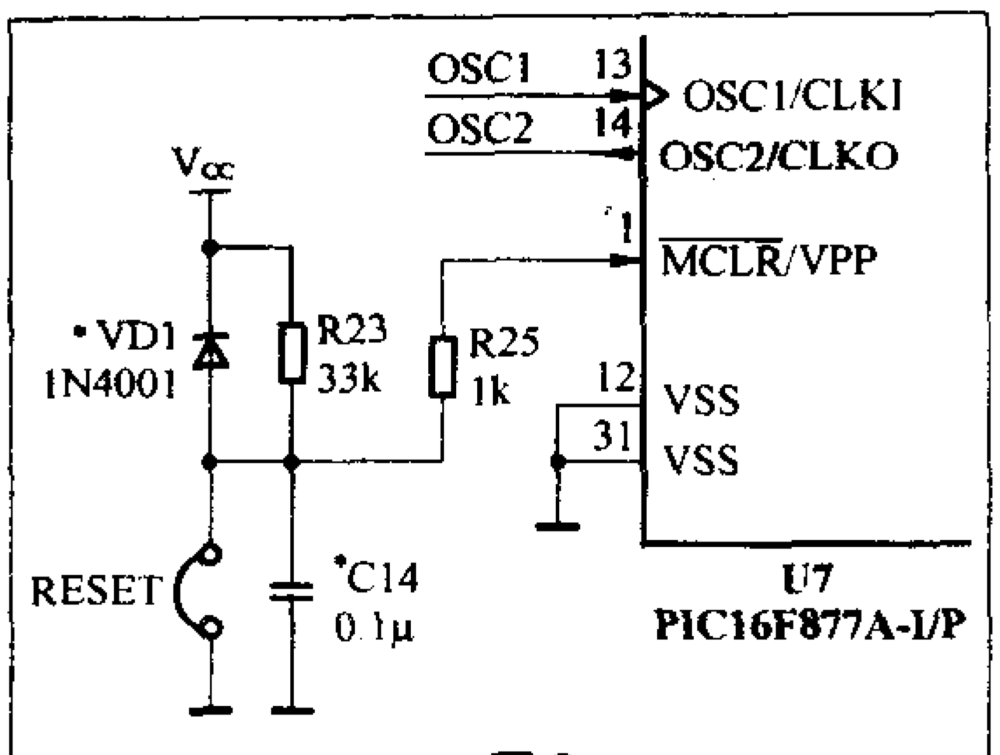


图2

钟、按键输入、LED显示、数码管显示、端口电平转换等部分组成，下面分别介绍。

工作原理

1.电源电路

电源部分电路图如图1所示，主要由4个稳压集成块组成。U1和U2为电平转换芯片U5（见图7）、U10（见图5）提供逻辑电平参考电压。U3为本控制板的主要供电单元，负责为本控制板上的绝大多数集成块供电，同时其输出的+5V电压经JP1和JP4做切换供给U1或U2进行稳压输出，为U5和U10提供逻辑转换电压标准。U4为一个扩展单元，其主要是为了方便向外围电路提供12V电源输出而设计的，在实际应用中可根据自己的需要来决定是否安装，同样VD0、VD10、VD11、VD12及其限流电阻是起指示作用，读者可根据需要来安装。

2.复位电路

复位电路如图2所示。这是一个在PIC单片机里很常见的上电复位与手动复位相结合的电路，其中R25为限流电阻用来保护$\overline{MCLR}$引脚内部电路，R23与VD1组成泄放电路，是为了让C14快速放电，避免再次上电时造成的复位不可靠。如若去掉VD1和C14则此复位电路变成了一个人工复位电路，当按下RESET时单片机才复位。至于采用哪种形式的复位电路读者可自行选择。

3.时钟振荡电路

时钟振荡部分原理图如图3所示。本电路有两套时钟电路，其中第一套由B1和U6及其外围元件组成，第二套由B2与C15和C17组成，其中第一套时钟振荡电路可用于同时向本控制板和外围电路提供时钟信号，以便协同工作。U6和B1组成并联振荡电路，其中由U6A提供了一个并联振荡所需要的近180度的相移，R27为其提供一个负反馈，R26使其偏置在线性区，R24与R28是用来防止B1过驱动用的。B2与其负载电容C15、C17和R29组成了很常见的外围振荡电路，其中R29用

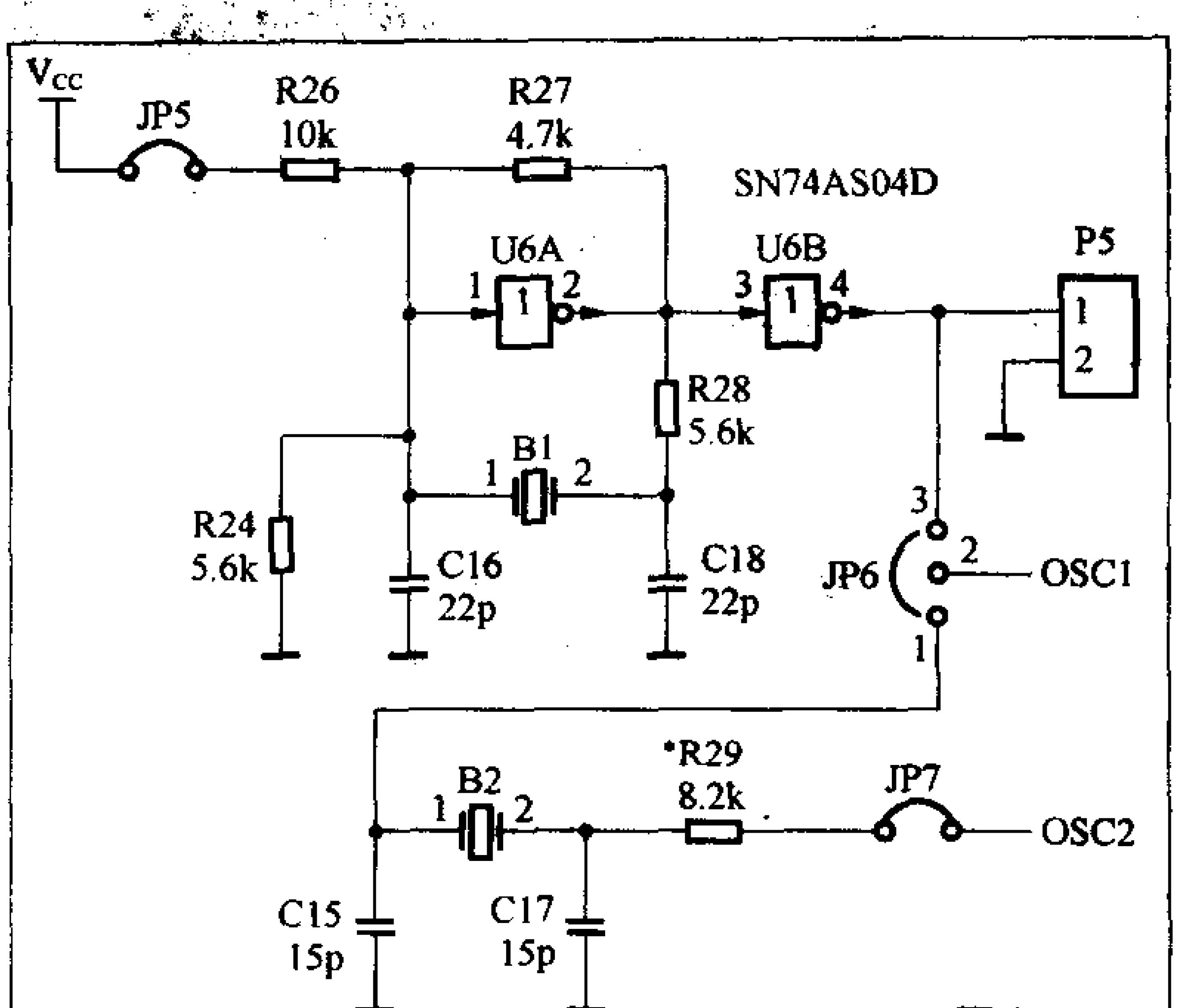


图3

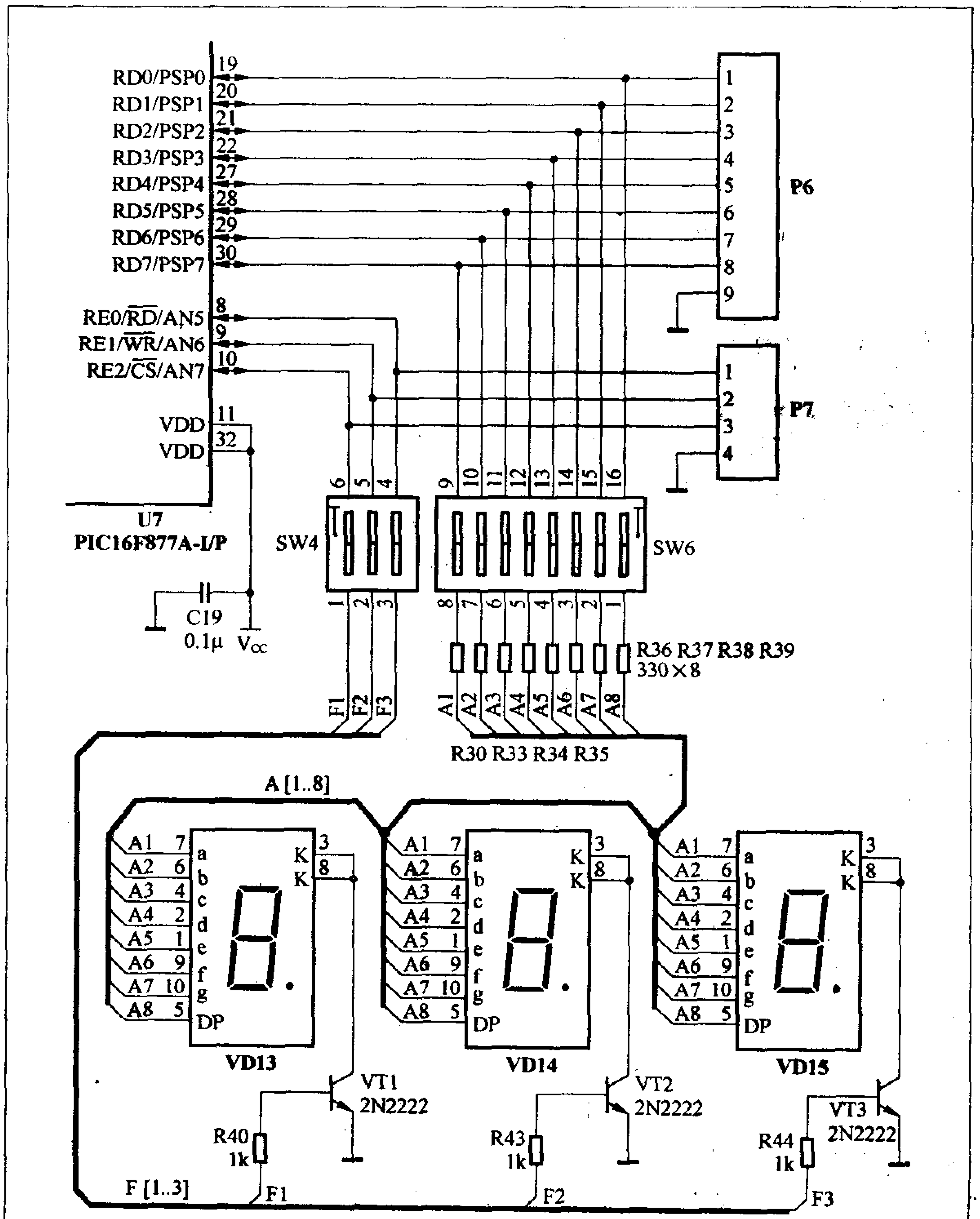


图4

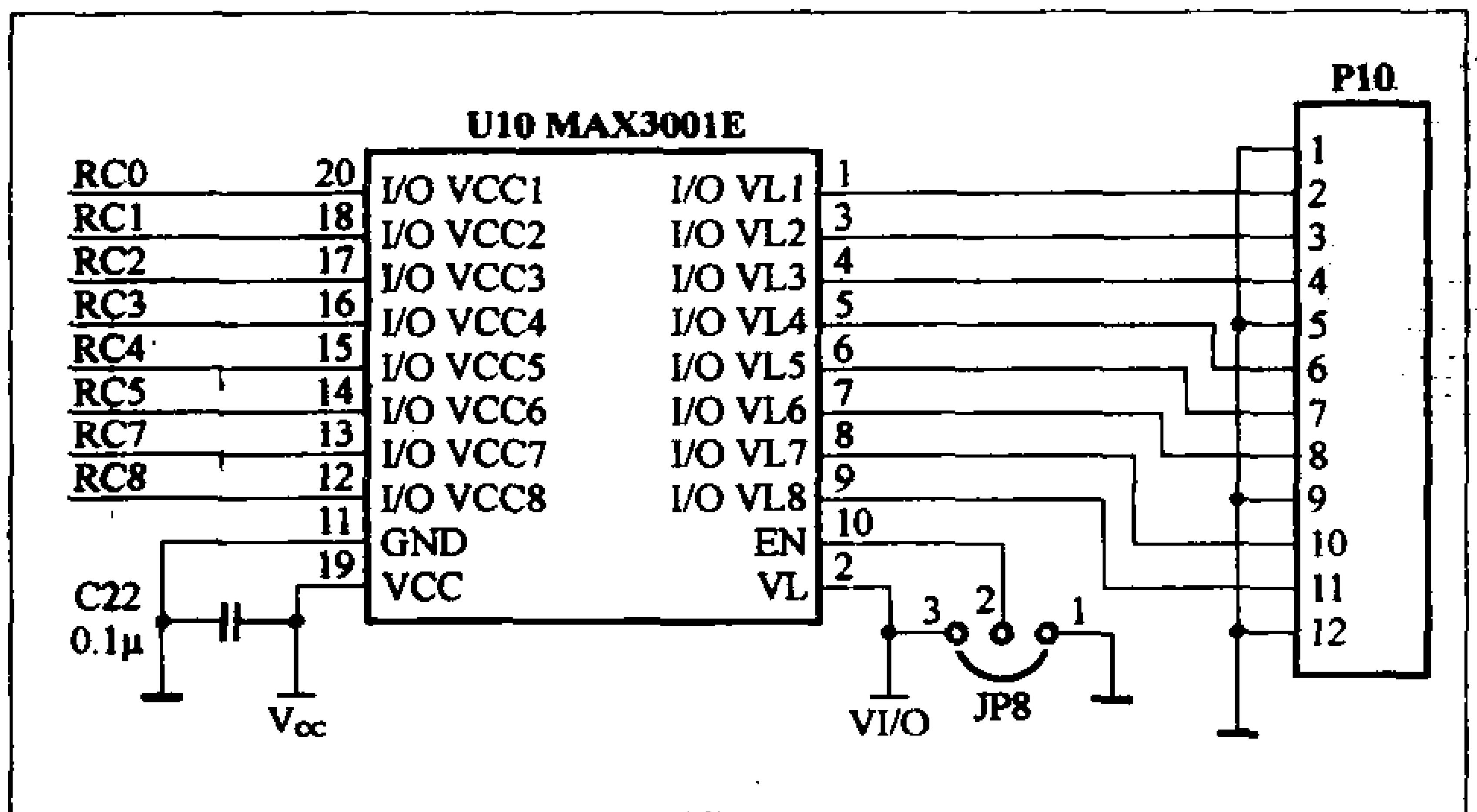


图5

来防止B2过驱动，一般情况下可用导线直接连通。

4.显示部分

显示部分如图4所示。由于RD端口可输出20mA的电流，所以三位LED配置为共阴动态扫描方式，当需要外扩显示单元或做另外用途时可关断SW4和SW6，这样就不会造成相互影响。

5.端口电平转换电路

端口电平转换部分的电路如图5所示，此处仅以RC口为例，RA口的电平转换与此相同。电路采用美国美信集成电路公司生产的逻辑电平转换芯片MAX3001E，其最快转换速率为4Mbit/s。其中EN为使能端，VL为输出电平参考电压输入端（对应于P10口上的输出逻辑电压标准），在本电路中VL端的参考电压由U1或U2提供。例如当选择由U1供电时，则P10和P1口的输出逻辑电压标准为U1的输出电压，U1和U2通常选用3.3V和1.8V的LDO。当VL端置地的时候，其I/O VCC口为高阻态（三态）。

6.USART部分

USART意为通用同步／异步收发器，由于16F877A的USART端口电平与PC机的不同，所以本电路中使用MAX232来完成电平转换以便与PC通信。这部分电路非常标准，很多文章都有介绍其原理，如MAX232的数据手册，在这里就不再赘述了。电路如图6所示。

使用说明

1.端口电平转换

P1和P10端口为双向6/8位带有电平转换的端口。当使用电平转换功能时，需首先确定外围电路的逻辑电压标准，然后切换跳线JP1和JP4使相应的稳压IC工作，以便为U5与U10提供逻辑参考电压，同时也要保证U5与U10的EN端跳线JP3和JP8置于VI/O端。

2.按键电路

本控制板有两套按键电路，见图7，其中第一套为由SB1～SB16组成的4×4矩阵键盘，第二套为由SB17～SB22组成的普通键盘。其中4×4矩阵键盘与8位指示灯（VD2～VD9）共用RB端口，因此当要使用4×4矩阵键盘（闭合SW1）时需要断开8位指示灯（断开SW3）。

3.时钟振荡部分

本控制板有两套时钟电路（见图3），通常情况下都使用由B2及其外围元件组成的振荡电路，此时需要接通JP7和将JP6置于接通本振荡电路方向，同时最好断开JP5以便减少干扰。如外围电路需要与本控制板协同工作，则需要使用由U6和B1组成的振荡电路。具体方法如下：首先断开JP7，然后接通JP5，将JP6至于接通本振荡电路位置即可。

4.显示部分

正常情况下应闭合SW6和SW4，这样就构成了一个由RD和RE端口驱动的3位LED动态显示组。当需要外扩显示单元或做另外用途时可关断SW4和SW6，避免LED组与P6、P7的相互影响。

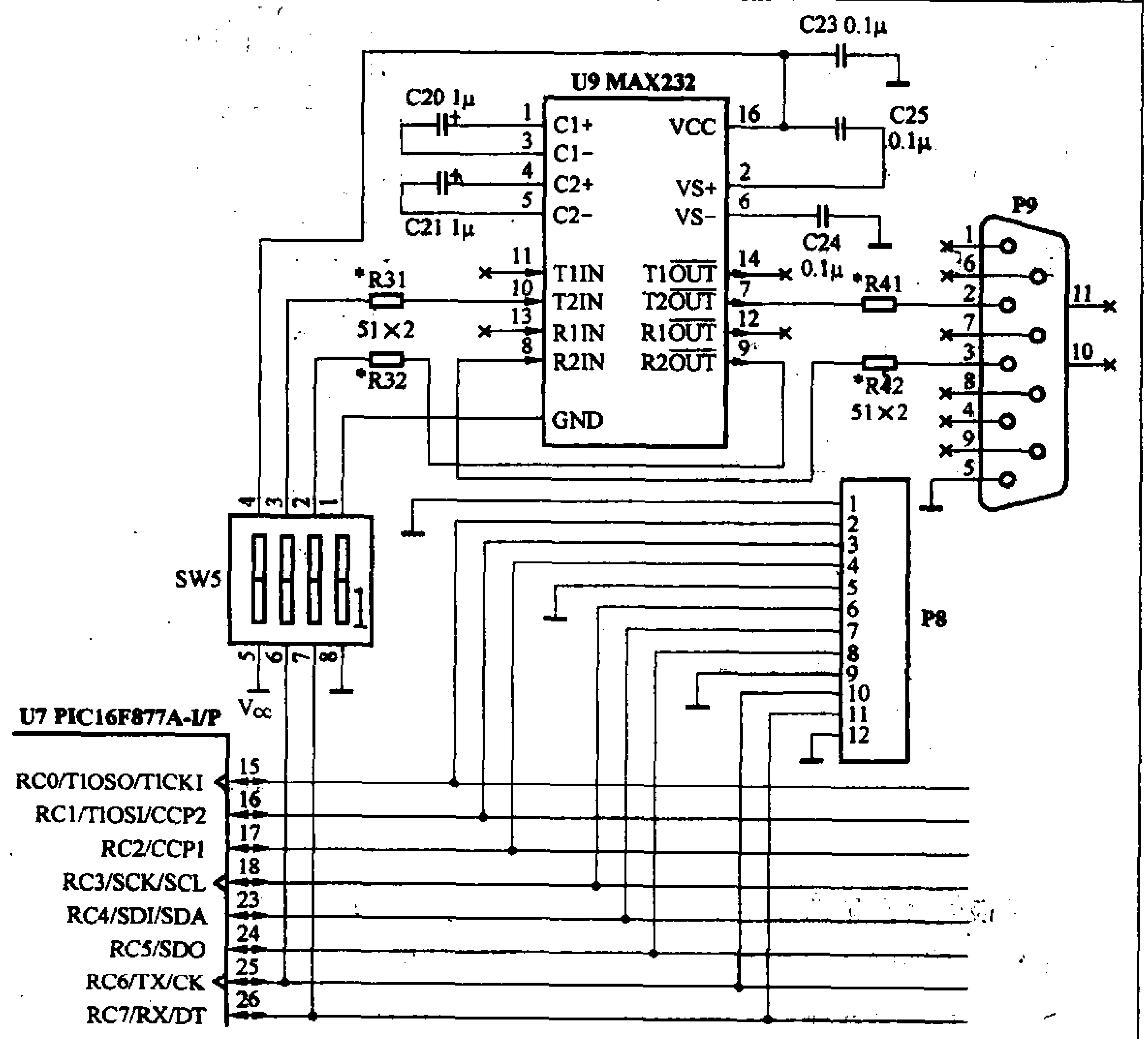


图6

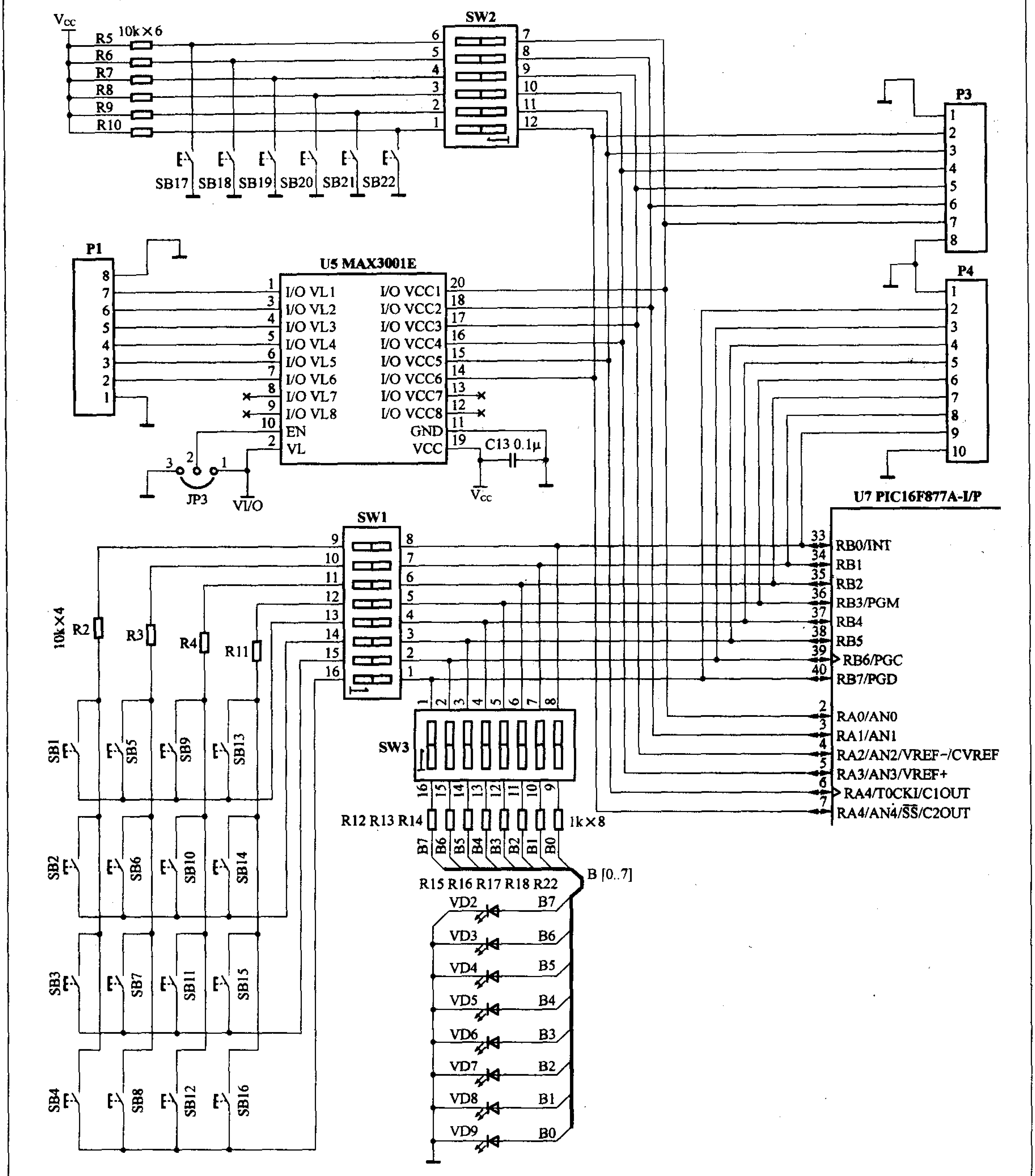


图7

5.各拨码开关的用途

SW1：控制4×4键盘。

SW2：控制RA端口上的SB17~SB22共6位按键开关用。

SW3：控制RB端口上的8位LED指示灯用。

SW4：控制数码管VD13~VD15位选之用。

SW5：控制串行口电路所用。

SW6：控制数码管VD13~VD15驱动数据用。

6.各端口功能描述

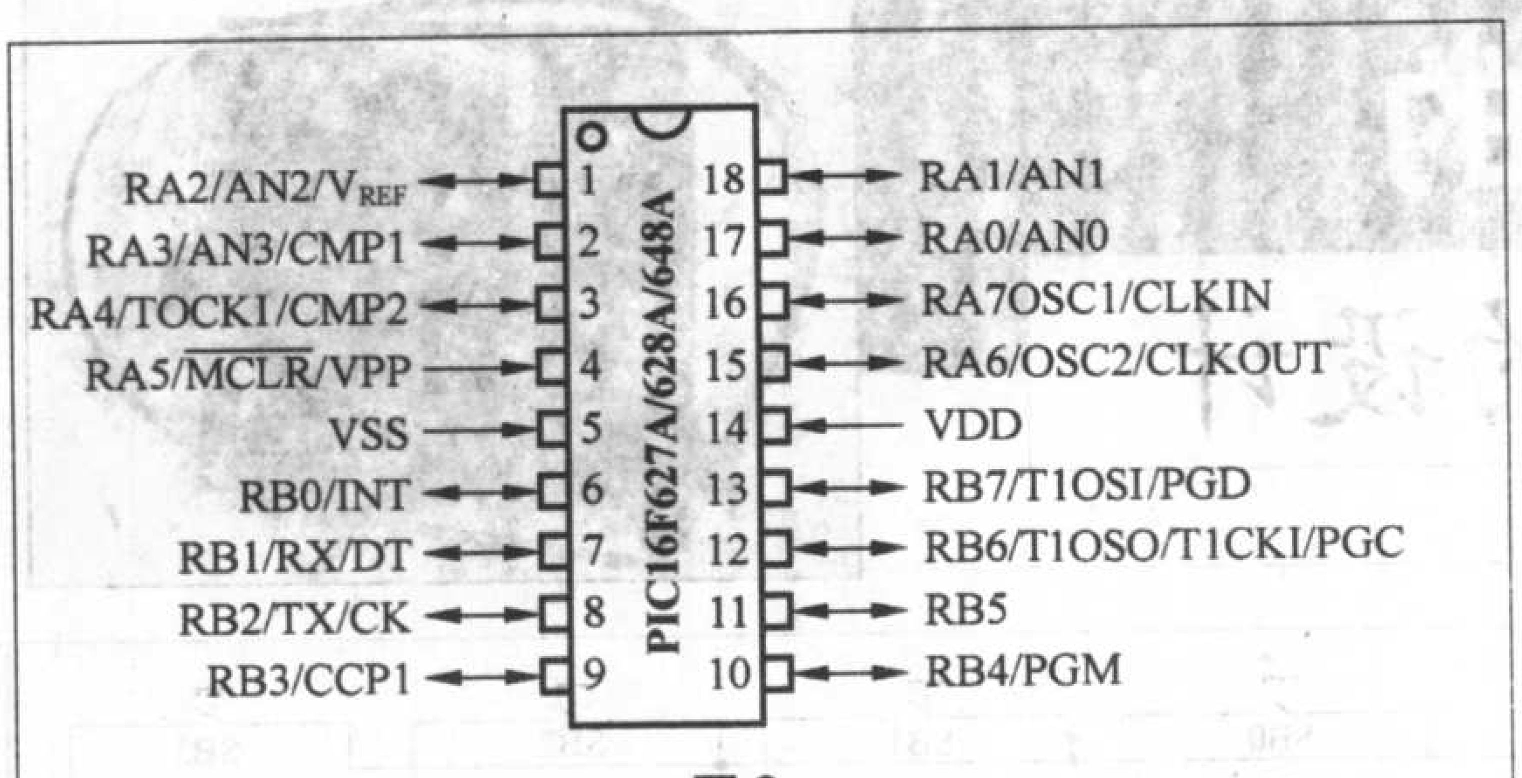


图8

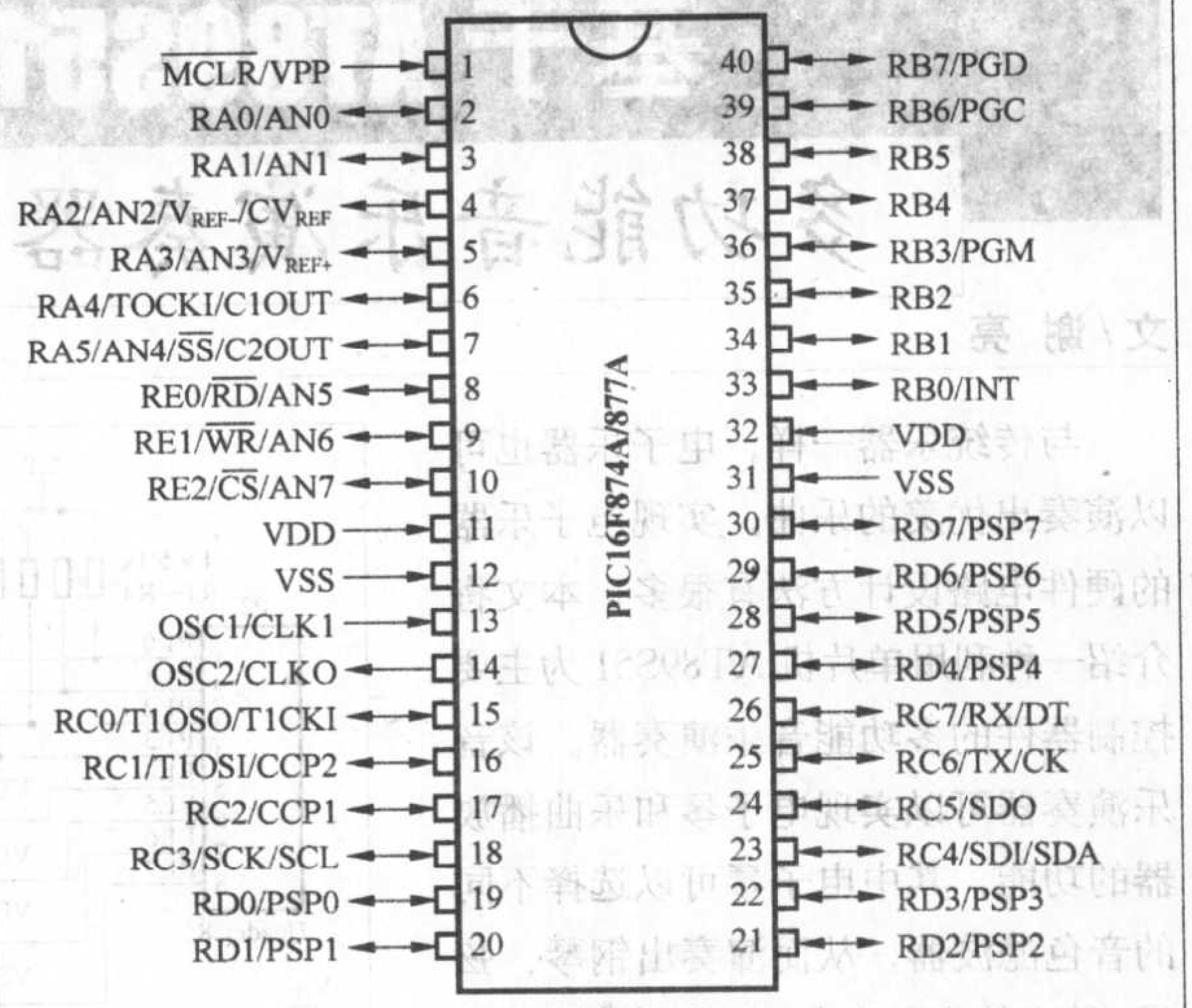


图9

P1：通用用途（带电平转换），属于RA端口。

P2：电源输出端口，提供+5V和+12V输出，有预留自恢复保险丝安装位；

P3：通用用途，直接端口，属于RA。

P4：通用用途，直接端口，属于RB。

P5：时钟信号输出端口，由U6提供。

P6：通用用途，直接端口，属于RD。

P7：通用用途，直接端口，属于RE。

P8：通用用途，直接端口，属于RC。

P9：串行口，可用于与PC通信。

P10：通用用途（带电平转换），属于RC端口。

注意，PIC单片机绝大多数端口都有第二或第三功能，可参考相关器件手册。

扩展应用

本控制板是基于16F877A型单片机设计的，故不能直接使用其他引脚排列不同的单片机，但是我们可以通过增加一个引脚适配器来使用别的单片机。图8所示是16F628A的引脚图，图9是16F877A的引脚图。我们只需要做一个18DIP转40DIP的适配器，然后在适配器上重新分配引脚连接就可以用上其他的单片机了。不过此时控制板不是所有原有的功能都能使用了。

制作

图10、11是本控制板的印制电路板图，采用双面板结构，尺寸为205.3mm×107.6mm。

本期配刊光盘中有该电路板的Gerber文件，可直接提供给制版厂商制作电路板。另外光盘中还有完整的电路图和元件清单，供读者制作时参考。

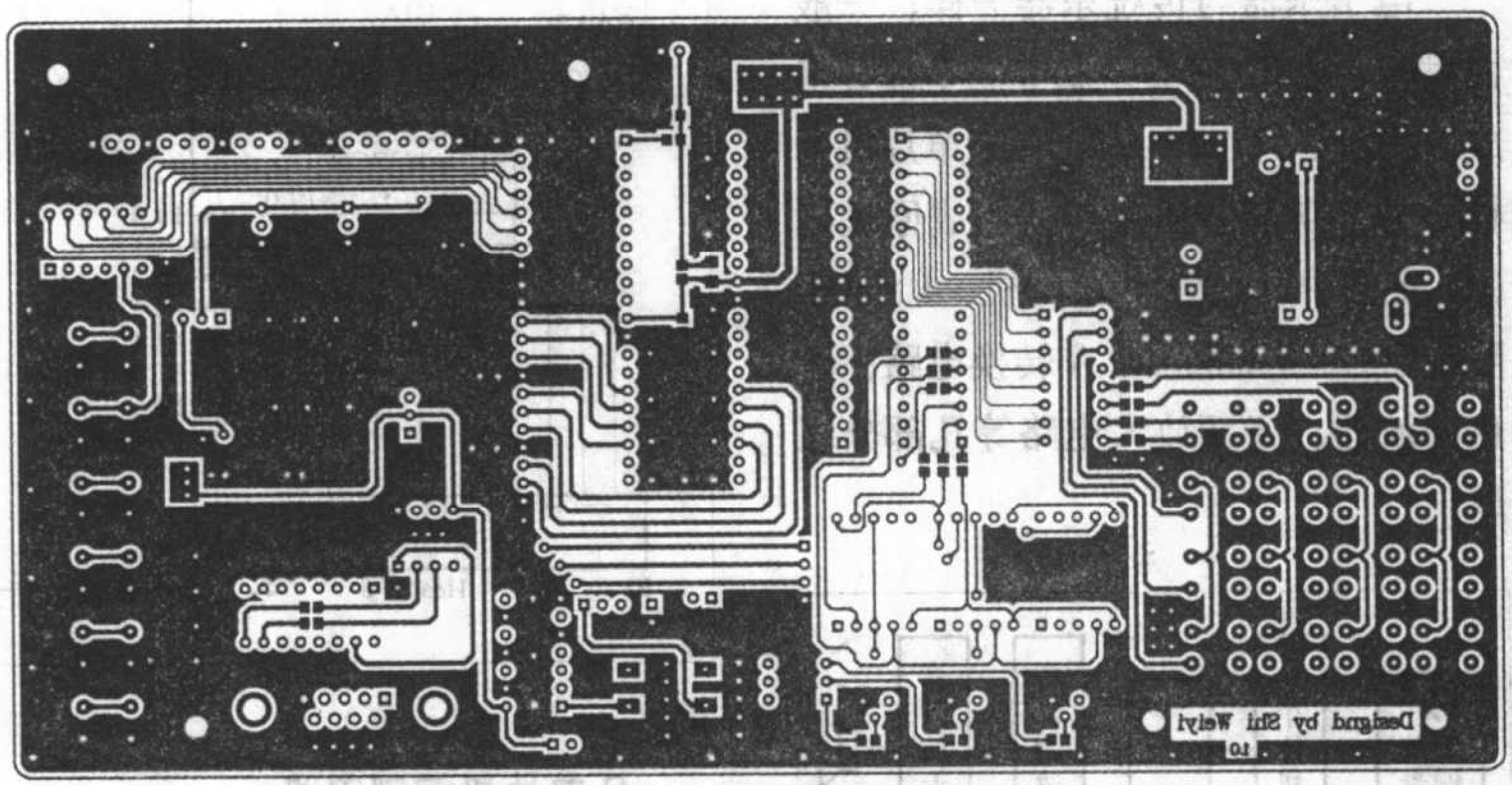


图10（原大的50%）

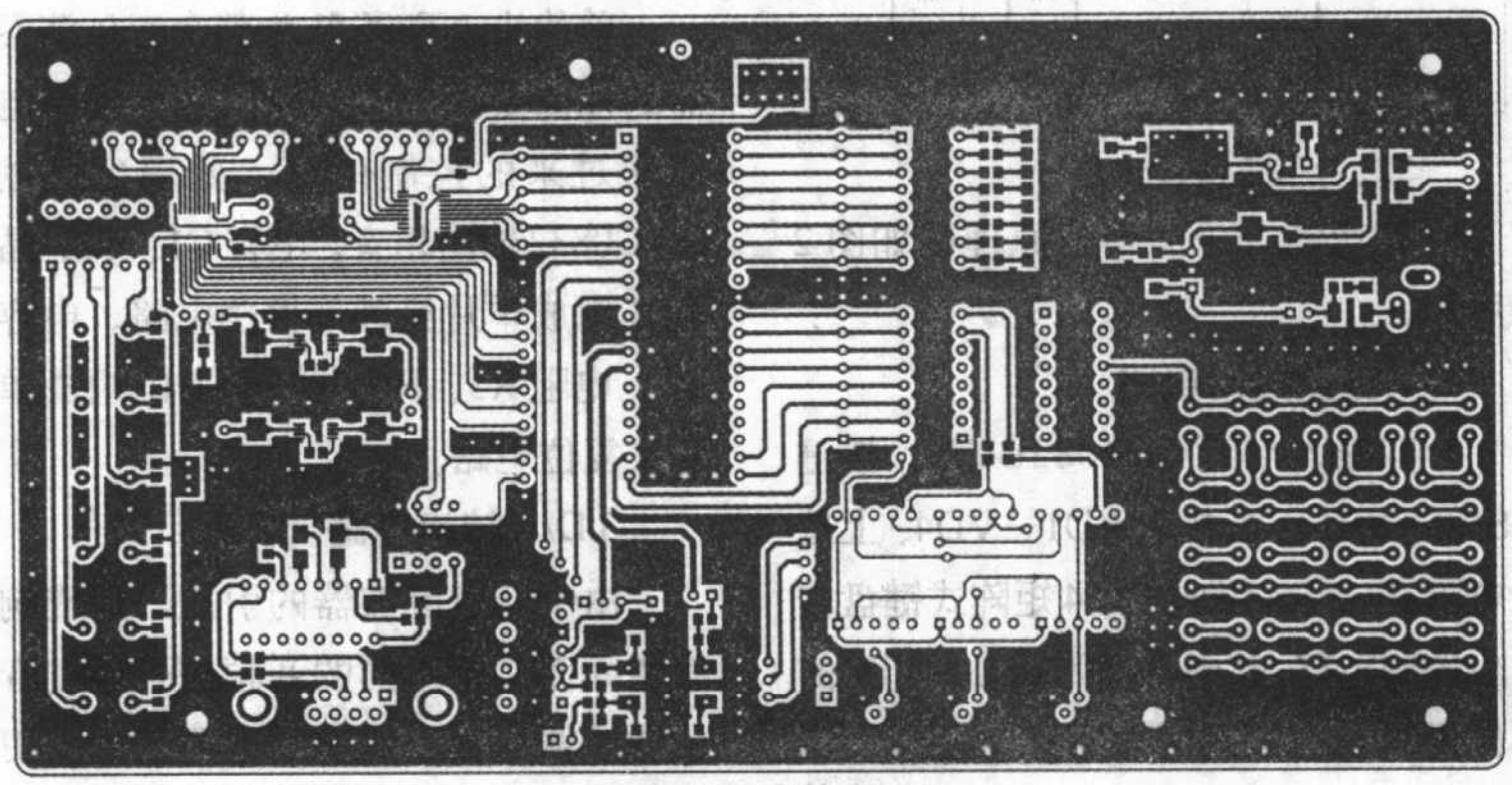
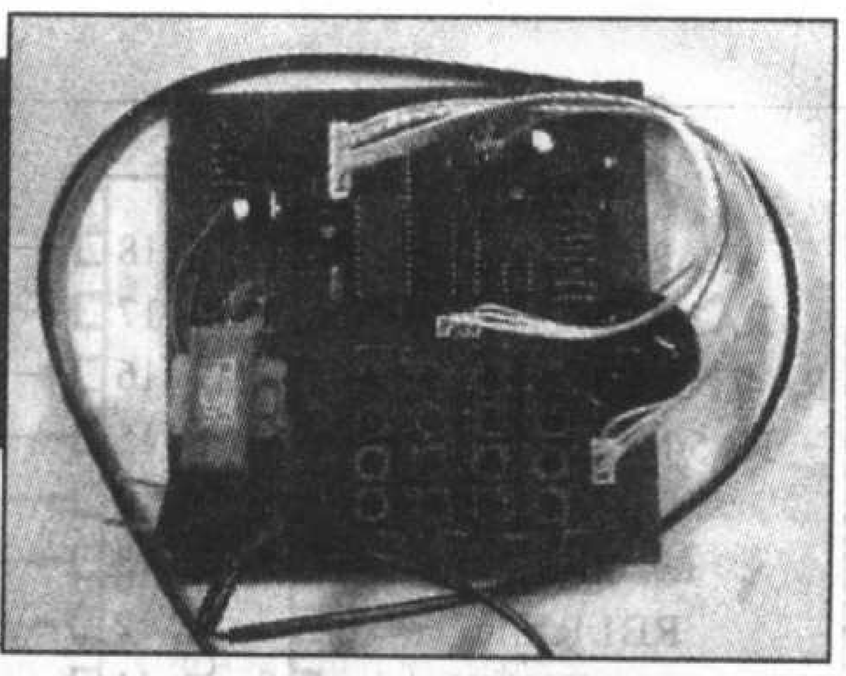


图11（原大的50%）

基于AT89S51的多功能音乐演奏器的设计



文/谢 亮

与传统乐器一样，电子乐器也可以演奏出优美的乐曲。实现电子乐器的硬件电路设计方法有很多，本文将介绍一种利用单片机AT89S51为主要控制器件的多功能音乐演奏器。该音乐演奏器可以实现电子琴和乐曲播放器的功能，其中电子琴可以选择不同的音色滤波器，从而演奏出钢琴、弦乐、笛音等多种音色。乐曲播放器可以按照不同的音色自动地播放乐曲，并且具有暂停/播放、自动选曲和人工选曲等多项功能。

一、组成原理

电子乐器与传统乐器一样，一般由发音、共鸣、演奏控制等三个部分组成。图1是一个以AT89S51单片机为核心的多功能音乐演奏器组成原理框图，主要由AT89S51单片机、4×4矩阵键盘控制电路、D/A转换电路、音色滤波器、音频放大电路等几部分组成。

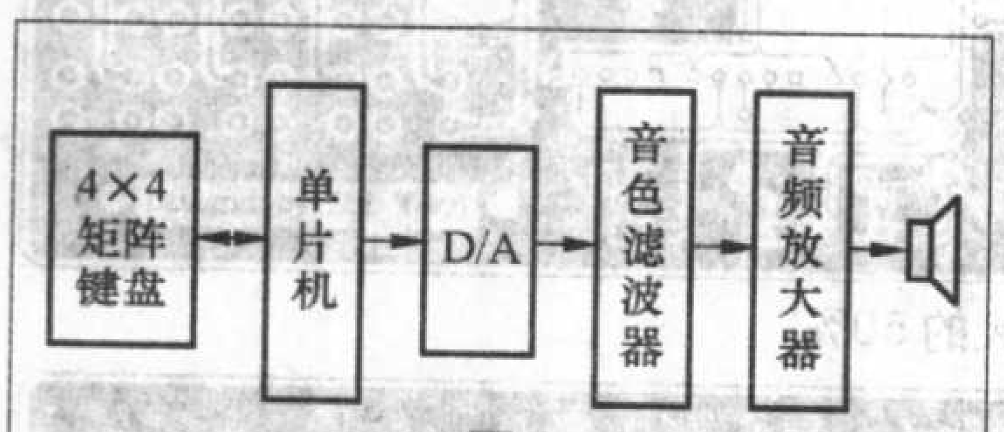


图1

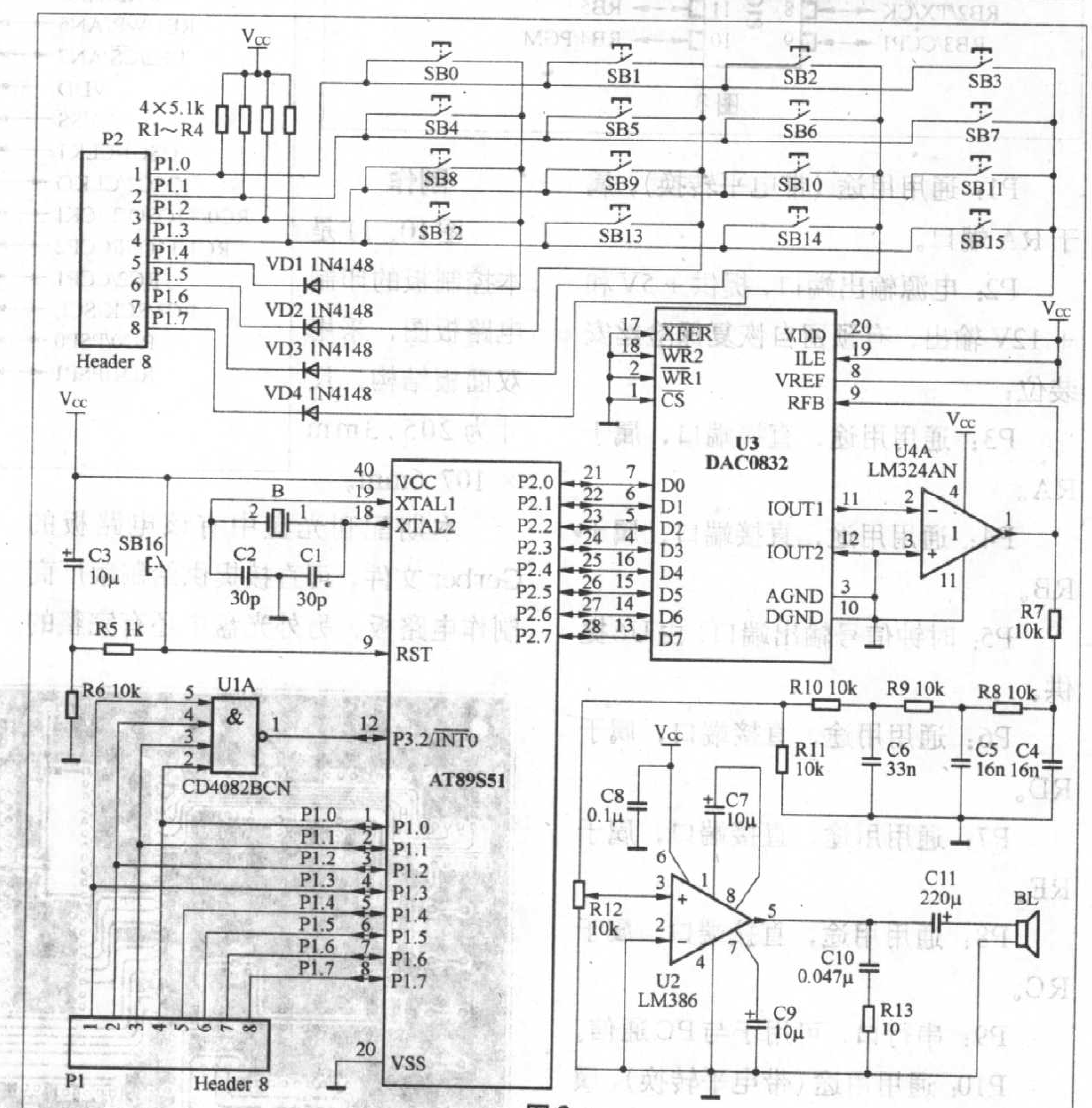


图2

机。

二、电路设计

多功能音乐演奏器原理图如图2所示。

1.键盘控制电路

四输入与门CD4082BCN、按键SB0～SB15、二极管VD1～VD4、上拉电阻R1～R4组成4×4矩阵式键盘中断控制电路，其中二极管VD1～VD4的作用是：防止同时按下几个键致使单片机IO口之间短路的误操作烧坏单片机。

2.单片机控制电路

单片机AT89S51为整个音乐演奏器的控制处理中心，根据键盘控制电路送过来的控制信息，处理后通过DAC0832输出乐音。电容C1、C2、晶振B组成单片机外部振荡电路。电容C3、电阻R5、R6、按键SB16组成单片机复位电路。

3.D/A转换电路

由于音色滤波器的引入，造成响度相同而频率不同的音频信号通过音色滤波器后输出的响度不同。为了使得响度差别得以均衡，可以采用多组音色滤波器，组数越多响度差别越小。本文利用单片机查表的方法，对每个音调输出实行“预加重”，也就是通过D/A转换电路给每个音调输出赋一个“权”，从而可以使得每个音频信号通过音色滤波器后输出的响度相同。如图2所示，DAC0832与单片机连接成完全直通方式。其电路特点是内部的两级寄存器的输出都随输入数据变化，工作速度较快，也便于单片机控制。

4.音色滤波器

音色可以分解，也可以合成，只不过是改变其基波与谐波的成分和比例而已。分解与合成的种类是无穷的，因

此，可以采用滤波法，即从谐波丰富的信号中滤去或抑制某些谐波，而获得某些音色。

在电子乐器中，大量地采用RC低通滤波器或高通滤波器，用以提升和衰减不同频区的谐波信号。例如，笛子滤波器是电子乐器的基本滤波器。在图2中，由电阻R7～R11、电容C4～C6组成RC低通滤波器，用以模拟笛音，将高次谐波滤去。通常每八度音组采用一组这样的滤波器，使响度差别得以均衡（本文利用D/A转换电路实现均衡）。该电路中取$R7 \sim R11=10k\Omega$左右，$C6=2C5=2C4$，$C4 \sim C5=16/f$，f为该组音程中最高频率。

5.音频放大电路

电容C7～C11、电位器R12、电阻R13、低压音频功放LM386组成音频功率放大器，放大通过音色滤波器的音频信号，驱动扬声器BL播放乐音。通过调节电位器R12，可以改变音量大小。

三、程序设计

完整的源程序见本期配刊光盘。

1.音调模拟

电子琴音区、音符与频率的对应关系如附表所示。它有9个音区（表中只列出了3个），从上至下相邻三个音区依次为低音区、中音区和高音区。例如，将第五区频率是261.63 Hz的C调1音定为中音，那么低音C调1音的频率是130.81Hz，高音C调1音的频率则是523.25Hz。国际标准音中规定音A调6音的频率为440.00 Hz，由此可以确定其他音符的频率值。

根据傅里叶级数定理，任何一个非正弦的周期信号，都可以分解为基波和一系列谐波。基波决定音高，谐波的成分和比例决定音色。电子乐器的信号源应具有丰富的谐波成分，以便用来进行音色加工。对称波只有奇次谐波，没有偶次谐波。谐波分量随着谐波次数的增高衰减很快。因此，电子乐器的音源宜采用偏离正弦形远的、不对称的、谐波丰富的信号更为有利。如果演奏一般简单乐曲，只需要产生与三个音区（比如第四区至第六区）的音符对应的频率。本文根据不同音符对应的频率计算初值，利用定时器/计数器0（T0）工作方式0、定时方式，采用中断方式产生占空比为80%的周期性矩形波输出。

2.乐曲模拟

乐曲是按照一定的高低、长短和强弱关系组成的音调，在一首乐曲中，每个音符的音高和音长与频率和节拍有关。组成乐曲的每个音符的频率值和持续时间是乐曲程序发声所需要的两个数据。

音符的频率可以从附表中获得，根据上面所讲的“音调的模拟”的方法，计算每个音符的频率值对应的初值，定义一个“音调表”。为了便于编写曲谱，把这个音调表独立出来。而用“1、2、3、4、5、6、7”表示唱名，“0、1、2”分别表示低音区、中音区和高音区。唱名和音区结合起来，就对应于音调表里的一个初值。据此再把唱名、音区和最小音符持续时间整数倍值定义为“乐曲表”。

乐曲表的编写方法如下：每个音符用四位十六进制的数（即两个字节）表示，第一位（从高到低）用“1、2、3、4、5、6、7”分别表示“1、2、3、4、5、6、7”唱名（即do、re、mi、fa、sol、la、si等7个基本音阶）。第二位用“0、1、2”分别表示低音区、中音区和高音区。最后两位表示最小音符持续时间整数倍值。

附表 音区、音符与频率（Hz）的对应关系

音符	唱名	1	2	3	4	5	6	7
	音调	C	D	E	F	G	A	B
音区	四	130.81	146.83	164.81	174.61	196.00	220.00	246.94
	五	261.63	293.66	329.63	349.23	392.00	440.00	493.88
	六	523.25	587.33	659.26	698.46	783.99	880.00	987.77

乐曲表的最后一个数据可以用0FFH作为乐曲的结束符，可以用00H作为乐曲的休止符（当然也可以用其它特定值来代替）。

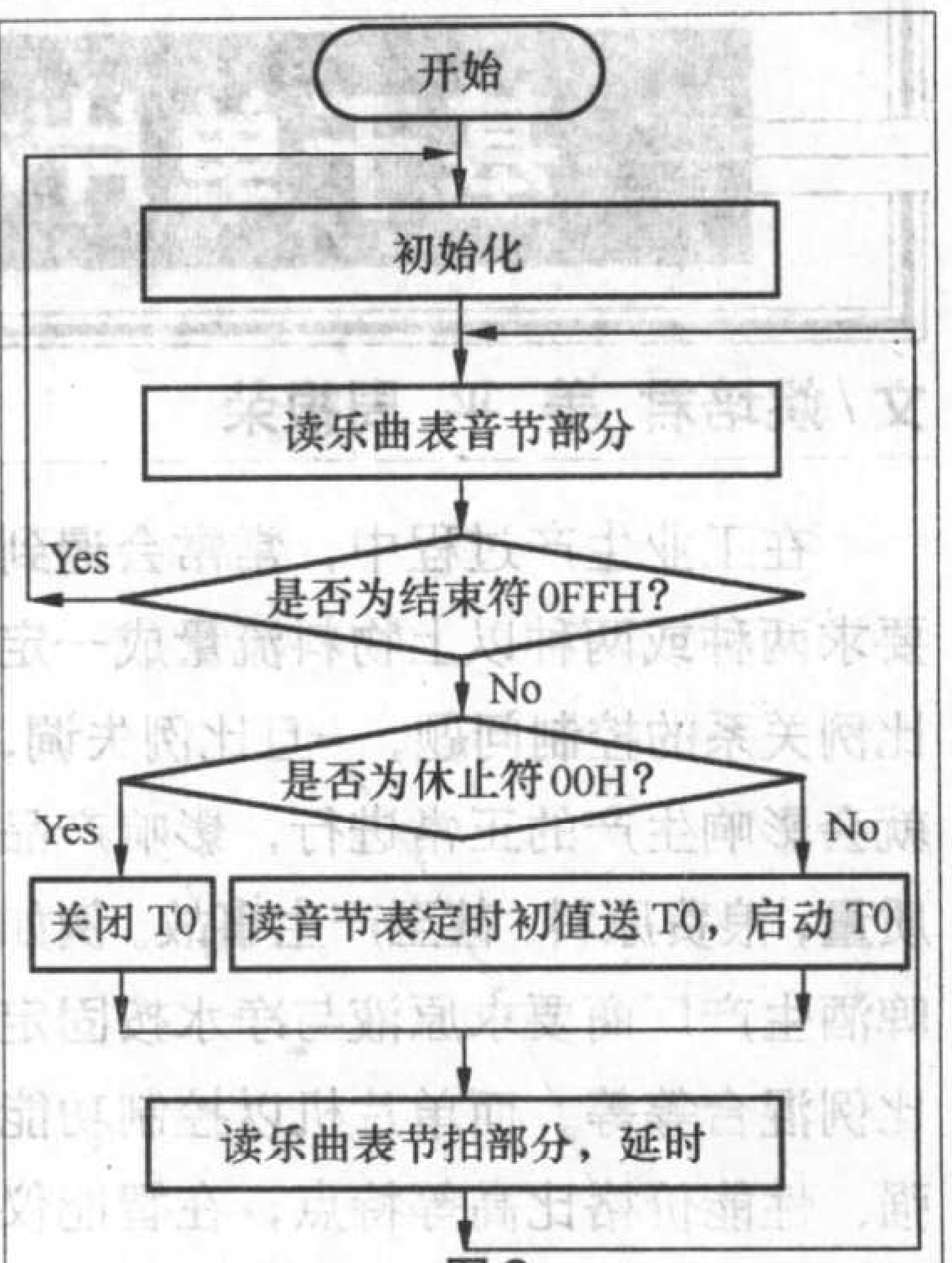


图3

知道了音调与频率、时间的关系，我们就可以按照乐曲的曲谱将每个音符的频率和持续时间定义的两个数据表——音调表和乐曲表，编写程序依次取出表中的频率值和时间值，调用程序驱动扬声器发出各种声音。乐曲播放程序流程图如图3所示。

3.琴键模拟

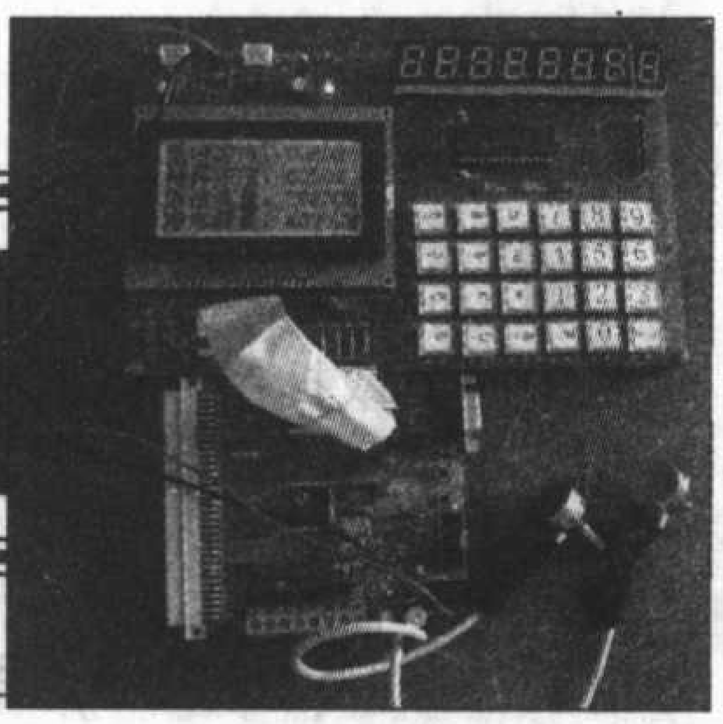
音符和频率之间有一定的对应关系，我们可以将键盘上的某些键和音符、频率形成一种对应关系，则可以通过键盘控制扬声器发出各种音符声音，这时键盘就变成了电子琴键盘，我们可以用它弹奏出简单的音乐。键盘程序流程图如图4所示。

在本文电路中，SB15为电子琴和乐曲播放器功能切换键，每次按键使得电路在电子琴和乐曲播放器之间切换。在电子琴状态下，SB0～SB14对应相应的音调（读者可自行选择音区）。在乐曲播放器状态下，SB12为暂停/播放键、SB13为选上一首乐曲键、SB14为选下一首乐曲键。

4.电平均衡

由于音色滤波器的引入，导致对各个音调的信号有不同程度的衰减，

基于单片机的物料流量成分控制



文/姚培君 姜 平 周根荣

在工业生产过程中，常常会遇到要求两种或两种以上物料流量成一定比例关系的控制问题，一旦比例失调，就会影响生产的正常进行，影响产品质量，浪费原料，甚至产生事故。例如啤酒生产厂商要求原液与净水按固定比例混合等等。而单片机以控制功能强、性能价格比高等特点，在智能仪表、机电一体化等各个领域得到了广泛应用。为此，我们设计一种基于单片机的物料流量成分控制系统。

本设计选用美国Silabs公司的基于SOC（片上系统）的C8051F120高速单片机核心处理器。采用HD7279A串行接口及键盘智能控制芯片，实现控制参数的设定。充分利用C8051F120自带的12位ADC、DAC实现两路实时流量的采集以及对与执行器驱动模拟信号的输出。LCD实时显示原液浓度、稀释浓度、净水流量、原液流量、原液总量、净水总量、适时浓度、水阀开度8个量。系统带有报警系统。作为一种先进的智能化、数字化的控制系统，其具有极高的性能价格比，可以广泛应用于工业现场的物料流量成分控制。

方案比较

PLC（Programmable Logic Controller，可编程逻辑控制器）系统虽然价格便宜，但是功能有限，实时性不好，不适用于工业流量成分的实时控制。DCS（Distributed Control System，分布式控制系统/集散控制系统）系统功能强大，不过过高的价格使其不易在中、小型企业中普及，也不利于大型企业降低成本，提高产品竞争力。只有单片机不仅功能强大，可以完成DCS系统几乎所有的功能，自身包含12位的A/D、D/A转换器，价格相对便宜，非常适合流量成分的实时控制。

硬件设计

1. 硬件设计框图

工艺流程如图1所示，通过HD 7279A串行接口及键盘智能控制芯片

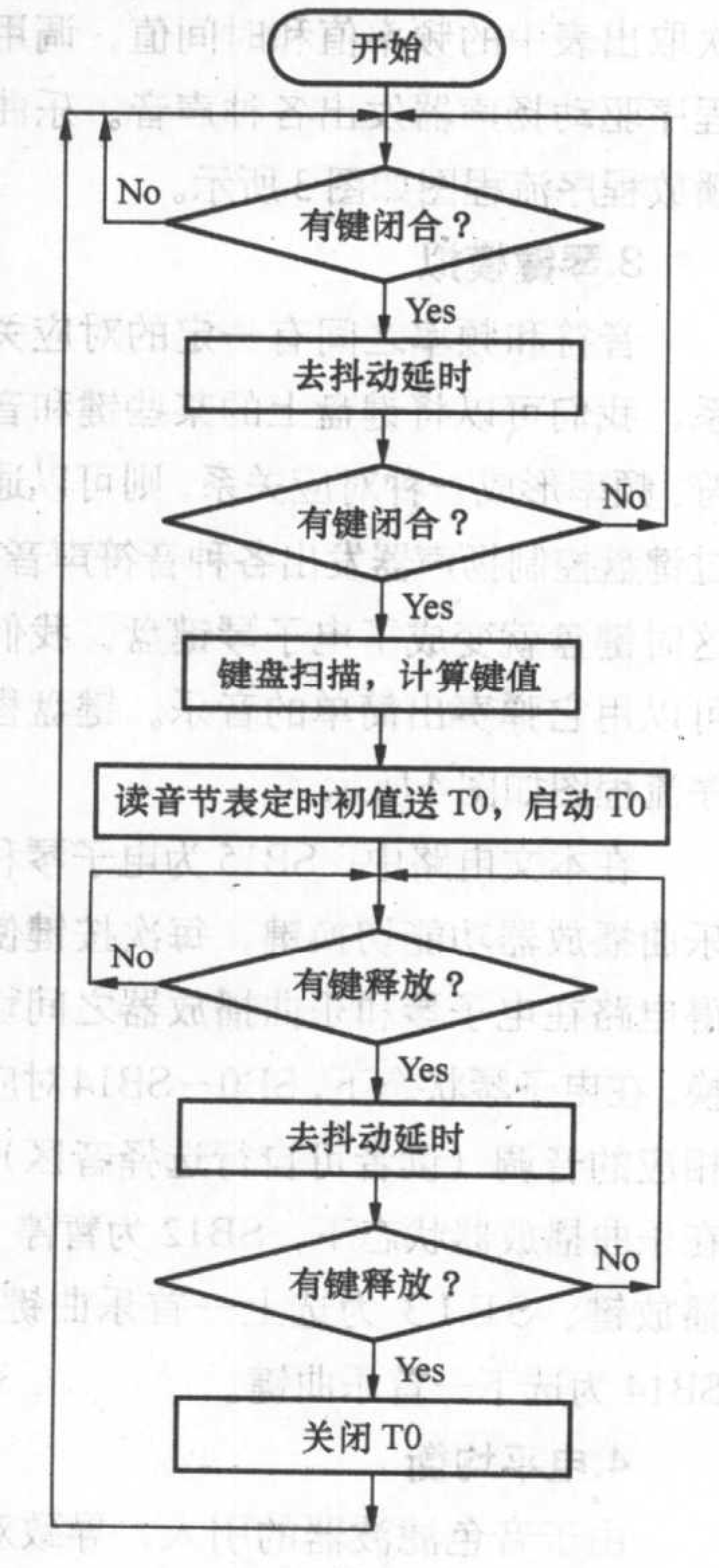


图4

在扬声器表现出来的是：不同的音调呈现不同的响度。为了使得音调响度差别得以均衡，可以利用D/A转换来消除响度差别。方法如下：推导所选音色滤波器转移函数，把每个音调的频率代入计算得到每个音调的增益，使得增益最小的音调对应255（本文电路选用的D/A转换器DAC0832为8位，满度为255），按照增益与D/A转换值成反比，依次计算其它音调对应的值。

我们可以把这些D/A转换值定义为“电平均衡表”。单片机利用查表的方法，根据不同的音调取出不同的D/A转换值，通过D/A转换和音色滤波器后，将会得到相同的响度输出。

四、功能扩展

本文所介绍的多功能音乐演奏器是笔者讲授单片机课时，检验学生初学单片机掌握知识程度的课程设计项目之一，为学生以后设计实用电子乐器起到一个“抛砖引玉”的作用。该项目涵盖了单片机课程的大部分知识点，

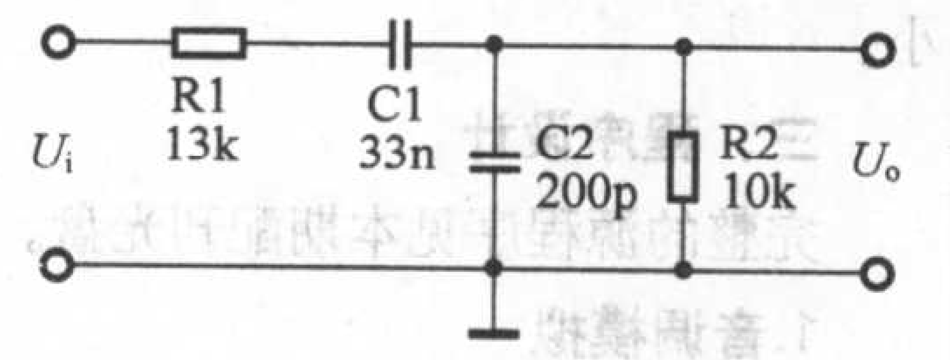


图5

自2001年笔者首次讲授单片机课以来，该项目受到了广大爱好单片机学生的欢迎，所授课的近千名学生中绝大多数选择了该项目，并可以在该电路的基础上对功能进行扩展，例如利用数字选曲、演奏的节奏可调节、增加显示功能等。

另外，还可以增加音色滤波器，获取不同的音色感受，图5是一种高通滤波网络。它可以通过音频中的高频成分，而将低频分量阻隔。通常取$C1=32/f$，式中f为要通过的最高频率。它可以得到弦乐的模拟效果。各种滤波器对信号有不同程度地衰减。不论是有源滤波网络还是无源滤波网络，必须经过无失真地放大，才能获得良好的音色效果。感兴趣的读者不妨一试。

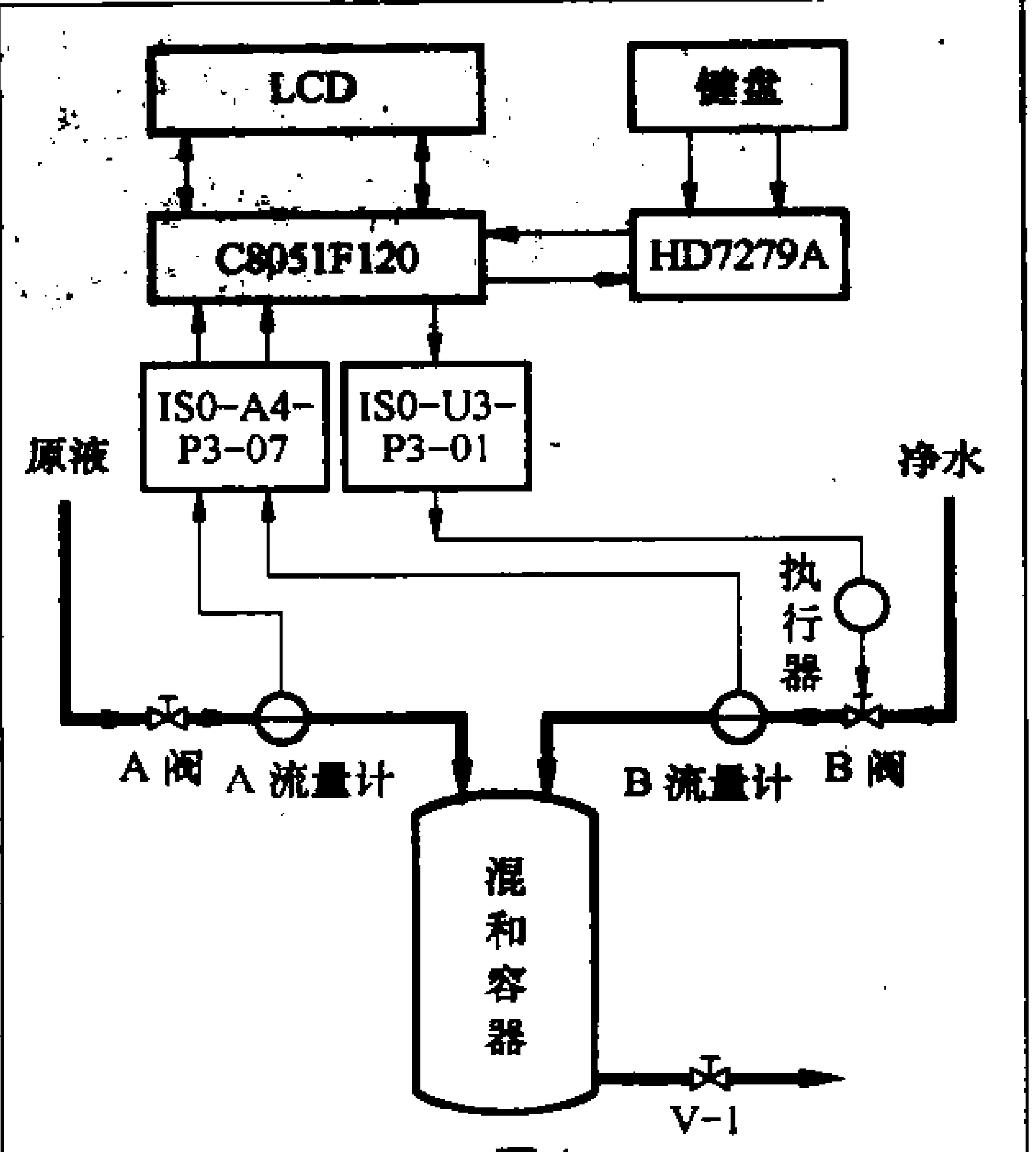


图 1

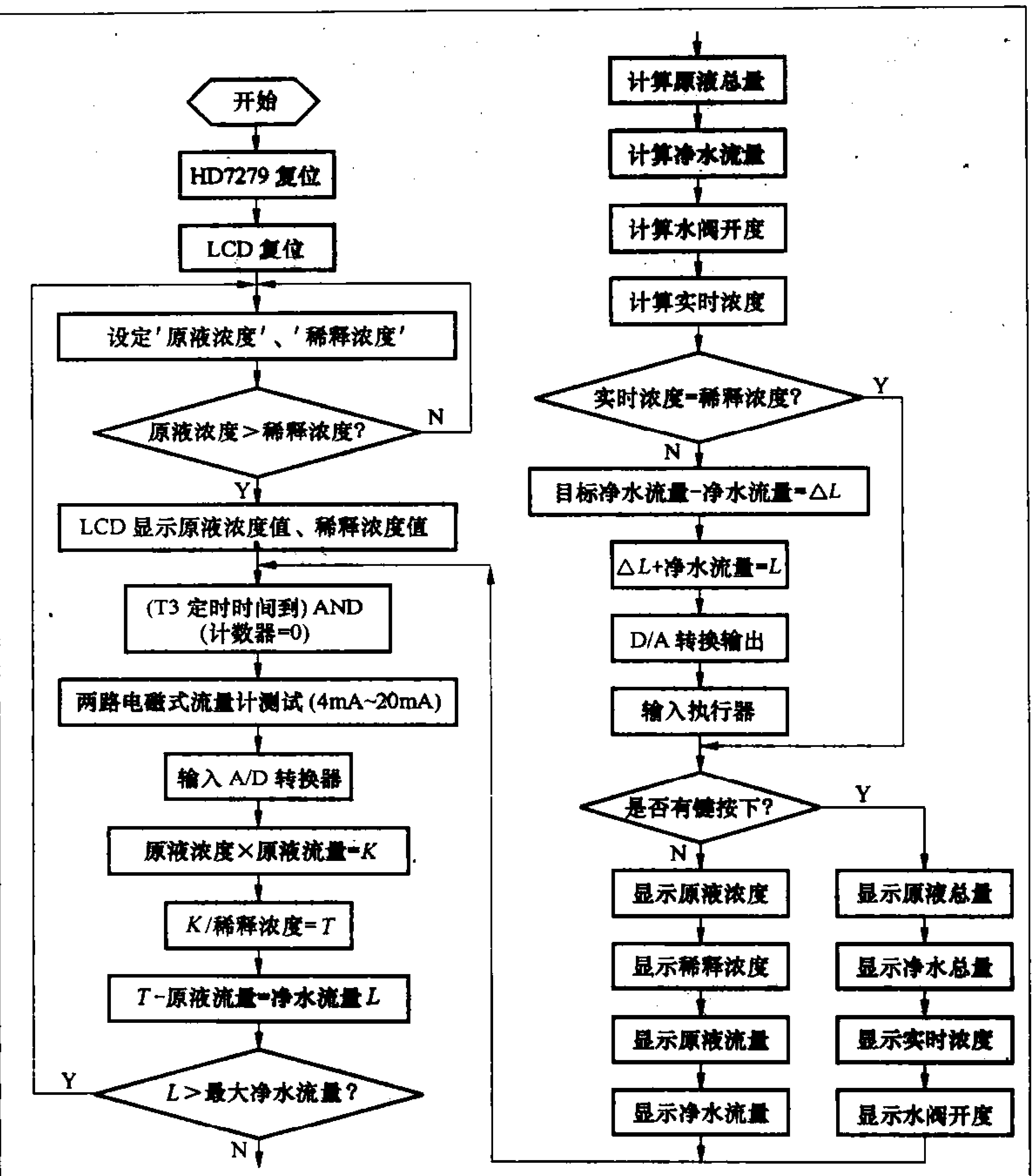


图2

设定原液浓度、稀释浓度，两个流量计实时测量原液流量及净水流量，经过C8051F120芯片自身的两路12位A/D转换器，将测量值信号经信号变送器ISO−A4−P3−07送到C8051F120的存储单元中。然后C8051F120高速计算目标净水流量、原液总量、净水总量、水阀开度、实时浓度等实时参量。最后，一路信号通过C8051F120自身的D/A转换器将水阀开度值信号经放大器ISO−U3−P3−01转换送到执行器中，调节净水流量，另一路信号则送到LCD中，进行实时显示。

2. 流量传感器及执行机构的选择

本系统负责采集两路实时数据（原液流量、净水流量）的电磁式流量传感器选用上海光华仪表厂生产的LDG−10S型流量计。仪表的安装形式为分体式，输出信号规格：4mA～20mA。系统中负责调节净水流量的执行机构（调节阀）采用上海巨良电磁阀制造有限公司生产的JLQ941F电动球阀（调节型）。它能直接接收工业自动化仪表4mA～20mA规格的信号。

3. 信号转换器的选择

选用深圳顺源科技有限公司生产的双输入／双输出（DIN 2X2）信号变送器DIN 2X2 ISO−A4−P3−O7，其价格便宜，使用方便。输入信号规格：4mA～20mA，输出信号规格：0V～2V，可以送入C8051F120的ADC入口。选用深圳顺源科技有限公司生产的直流电压信号（V/I）放大芯片ISO−U3−P3−O1，其输入信号规格：0V～2V，输出信号规格：4mA～20mA，输出信号可直接送入执行器。

软件设计

1. 主流程图（见图2）

2. 设计说明

通过键盘设定原液浓度、稀释浓度记为*YN*、*SN*并通过LCD进行实时显示，如果*SN*大于*YN*则报警（返回键盘设定），反之继续。定时器3定时10ms，记数器1（记为*J1*）附值99，每次定时时间到*J1*−1，如果*J1*不为0，则跳过主程序，如果*J1*=0则记数器2（记为*J2*）加1，实时测量原液流量记为*YL*、净水流量记为*JL*，则目标净水流量（记为*MJL*）：

$MJL=（YL*YN/SN）-YL$

如果*MJL*大于最大净水流量0D15H（2V），则报警（返回键盘设定），反之，继续。

计算实时浓度记为*SSN*：

$SSN=（YL*YN）/（YL+JL）$

计算实时水阀开度记为*SK*：

SK =*JL*/ 最大净水流量 0D15H

估算原液总量记为*YZ*：

$YZ=YZ'+YL$

估算净水总量记为*JZ*：

$JZ=YZ'+JL$

然后比较*SSN*=*SN*？，相等则跳到最后LCD显示，不等则继续。采用增量式*PID*控制算法计算增量△*L*：

$\triangle L=MJL-JL$

用 Proteus 实现
电脑和单片机串口通信的仿真

文 / 吴汉清

电脑和单片机串口通信系统一般由一台运行上位机软件的电脑、一根串口连接线和下位机即单片机目标板组成，用这种方式学习和调试串口通信程序比较麻烦。本文介绍一种用Proteus实现电脑和单片机串口通信仿真的方法，所有的事情都在一台电脑上完成。上位机软件和下位机即AT89C51单片机仿真电路通过由虚拟串口软件Virtual Serial Ports XP5.1产生的两个虚拟串口进行连接。文章的实例中上位机软件使用串口调试助手，下位机软件是笔者所编写的一个串口测试程序。

一、虚拟串口的设置

安装 Virtual Serial Ports XP5.1 后打开软件，如图1，图1左边上面的 COM1 是电脑上实际的物理串口，下面是虚拟串口，在没有设置前是空的。因为电脑最多有两个物理串口，所以我们下面添加COM3和COM4作为一对虚拟串口，在图 1 的窗口中将 First 选择 COM3，Second 选择 COM4，点击Add pair 按钮就可以增加一对虚拟串口，见图2，这一对虚拟串口是连接起来的。

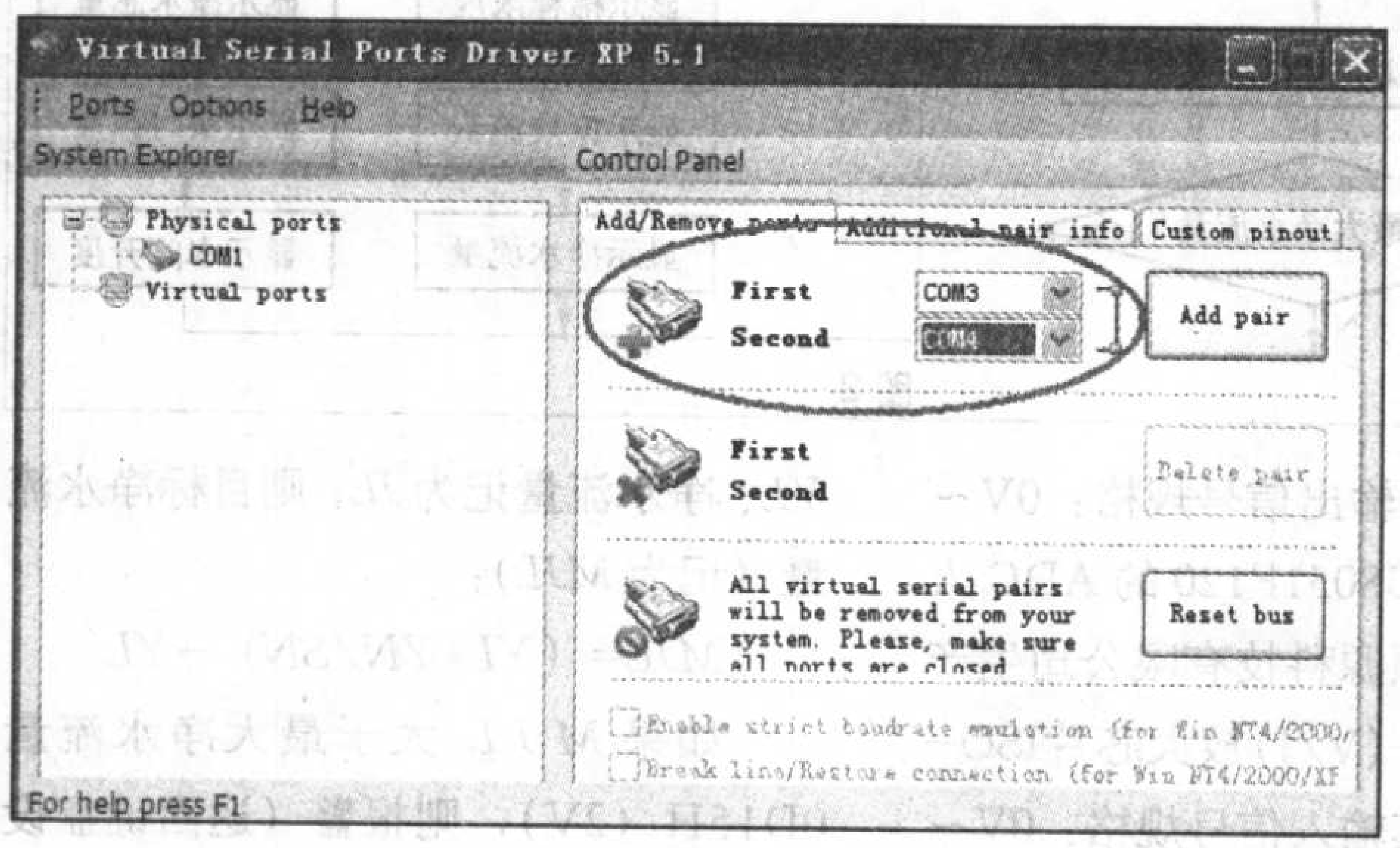


图 1

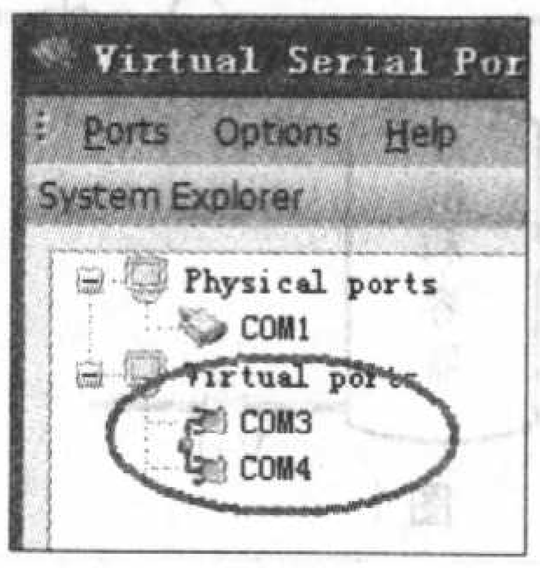


图 2

虚拟串口软件 Virtual Serial Ports XP5.1 的下载地址为: http://www.virtualserialport.com/download/vspdxp.exe 。这个试用版软件在14天内可以完全正常使用，14天以后就不可以进行虚拟串口的设置和删除修改了，即进入不了图1的窗口，但并不影响已设置好的虚拟串口的使用，只要你不删除软件，设置好的虚拟串口依然存在。

二、下位机电路和程序设计

用Proteus6.7设计的仿真电路见图3，电路只用了四种元器件。由于两个虚拟串口采用相同的标准电平，因此电路中用来作TTL电平向RS232电平转换的电路在仿真电路中可以省略。

单片机的实例程序用keil C51语言编写，串口接收数据采用中断的方式，一次能接收一个字节即两位16进制数。发送数据采用外部中断的方式，

计算待输出信号 L:

$L=JL+\triangle L$

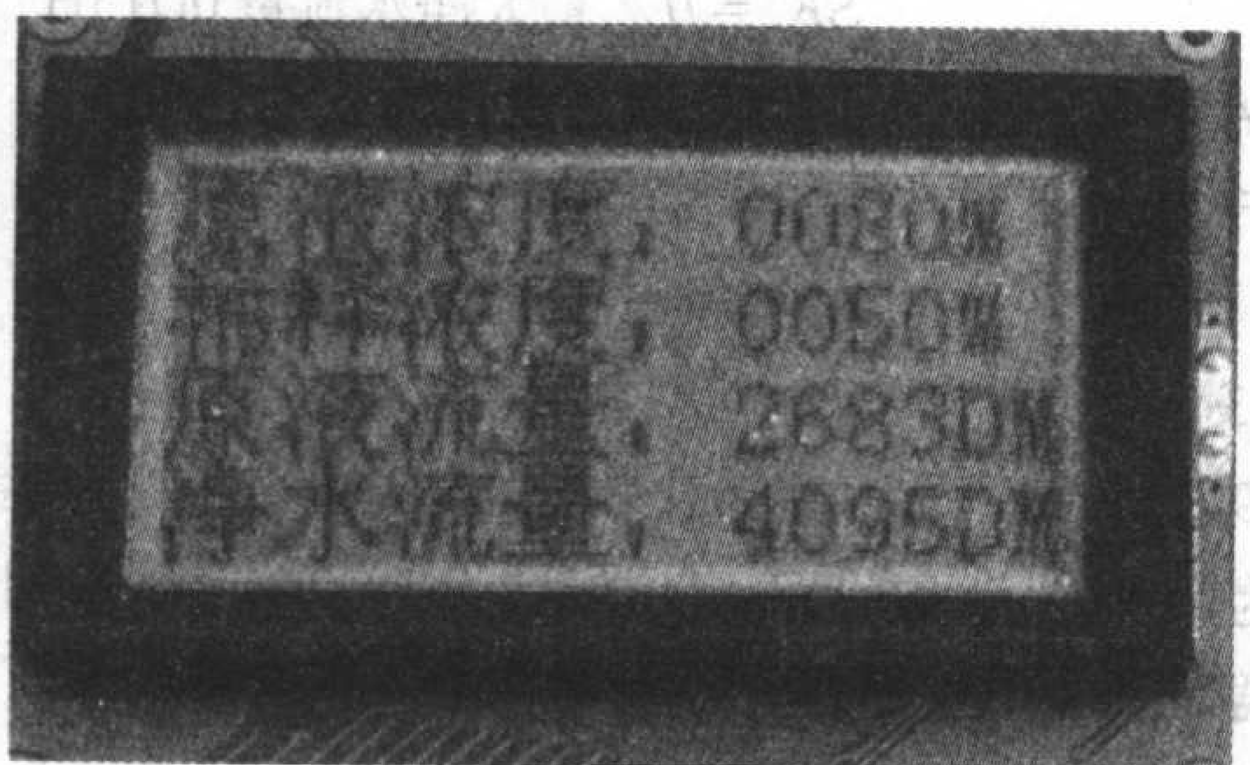


图 3

经DAC 将待输出信号 L 转换为 0V～2V 电压输出，在经过比例升压送到执行器中，进而调节净水流量。

最后LCD 显示这 8 个量，分两个屏幕：屏幕一显示原液浓度、稀释浓度、原液流量、净水流量，屏幕二显示原液总量、净水总量、实时浓度、水阀开度。当有键按下显示屏幕2，反之显示屏幕1，等待下一次定时时间到，见图 3。

总结

系统充分利用 C8051F120 单片机功能强大、速度快、体积小、重量轻、可靠性高、性价比高、自带A/D和D/A转换器的优势，发挥LCD显示清晰、界面友好的特点，结合工业现场的物料流量成分控制的实际需要而研究设计的。系统配置两个电磁式流量传感器和一个阀门调节器便可以在工业现场对物料流量成分进行实时控制。

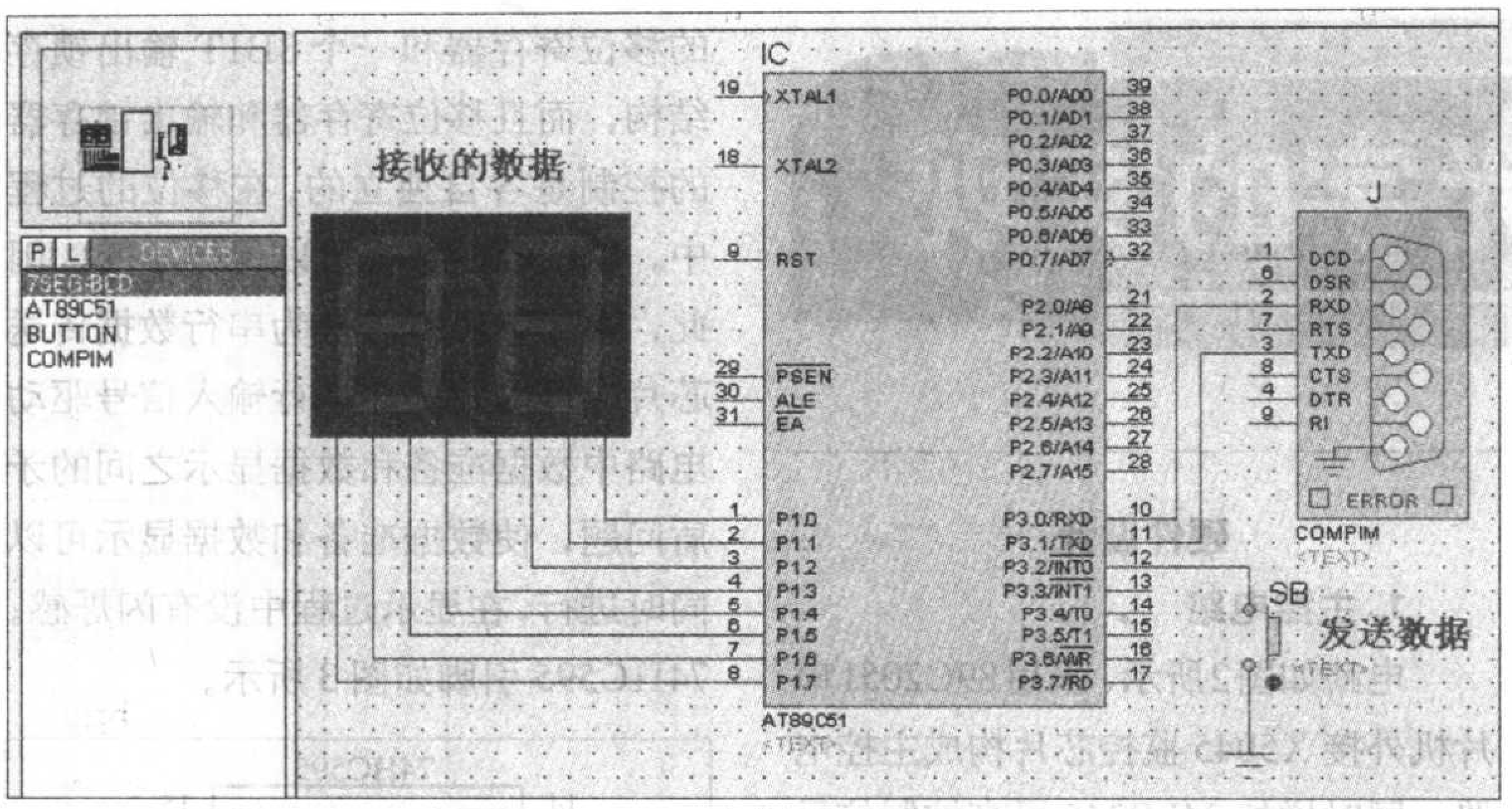


图3

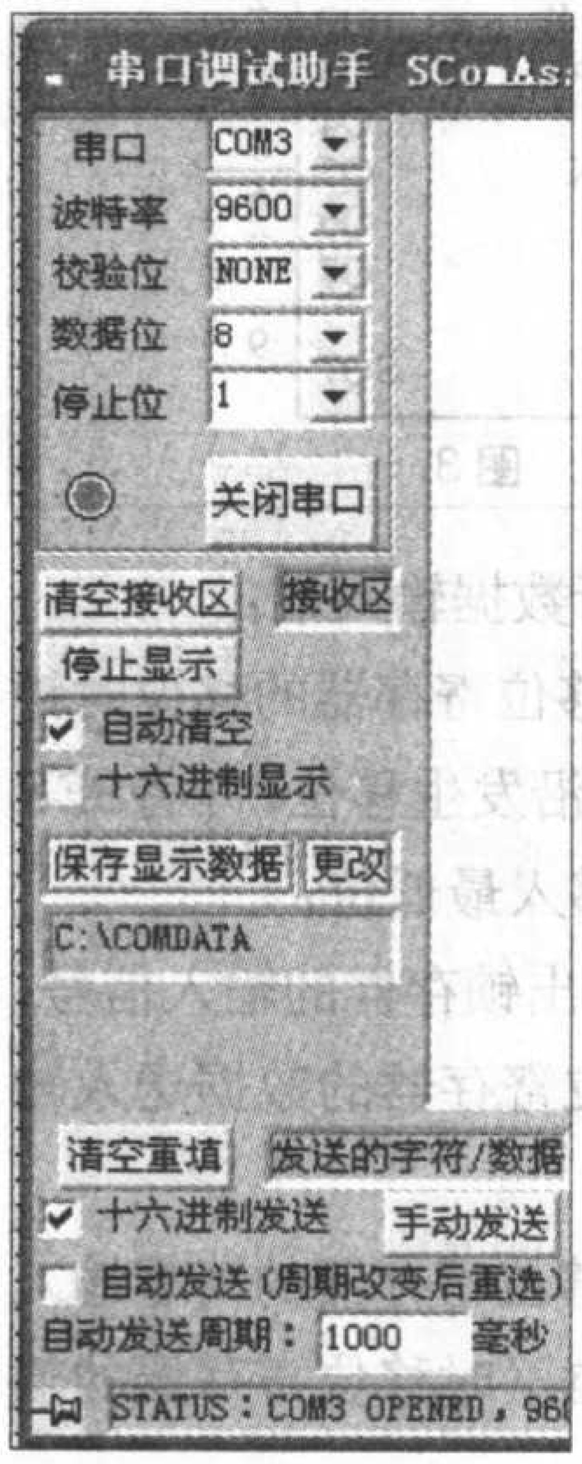


图4

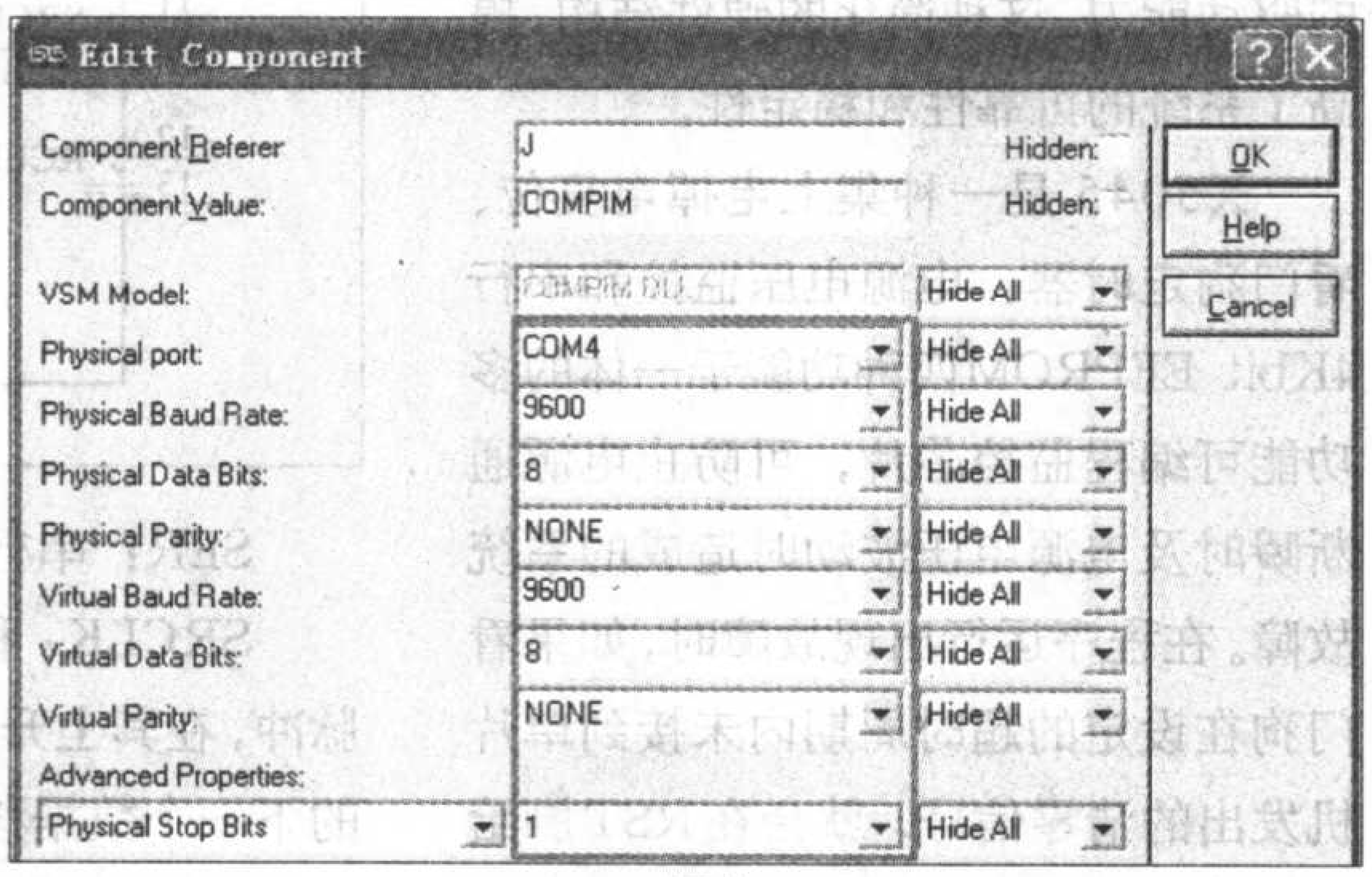


图5

用按钮开关SB控制数据的发送，按一次SB即发送一次字符："Hello,how are you!"。

C51源程序清单如下：

```
#include <reg51.h>
unsigned char n,temp;
unsigned char code a[]
="Hello,how are you!";
void main()    //主函数
  {
    SCON=0x50; //串口工作
方式1,波特率9600,晶振 11.0592M
    PCON=0;
    TH1=0xfd;
    TL1=0xfd;
    TMOD=0x20;
    IE=0x91;
    IT0=1;
    TR1=1;
    P1=0;
    while(1);
  }
void external0() interrupt
0 //外部中断0程序,发送数据
  {
   for(n=0;n<18;n++)
    {
     SBUF=a[n];
     while(!TI);
     TI=0;
    }
  }
void receving() interrupt
4 //串口中断程序,接收数据
  {
    temp=SBUF;
    P1=temp;
    RI=0;
  }
```

三、串口通信仿真

打开串口调试助手软件，串口选择一对虚拟串口COM3、COM4中的COM3，波特率、数据位、停止位等参数的设置见图4。

用Proteus打开仿真电路文件，先设置AT89C51的属性，右击选中AT89C51，再用左键单击AT89C51，在出现的属性对话框里点击Program File后的打开按钮，找到由C51源程序编译好的HEX文件后单击打开，然后在Clock Frequency后填写11.0592M，单击OK。接下来打开串口COMPIN的属性对话框，在Phsical Port后选择COM4，其他参数的设置见图5。

现在你就可以进行电脑和单片机串口通信的仿真了。按一下Proteus中的运行按钮，点击一下SB，串口调试助手的接收区就会显示收到的字符："Hello,how are you!"，在串口调试助手的发送区输入两位十六进制数，比如3C，点手工发送，在单片机的数码管上就可以显示出相同的两个数。如果你在串口调试助手的接收区选择十六进制显示，收到的将是字符所对应的ASCII码。对应地，如果你在串口调试助手的发送区选择发送字符，即去掉十六进制发送前的勾，在发送区填入一个字符比如A，发送后在单片机的数码管上就会显示其对应的ASCII码41。

实例中使用的Proteus仿真电路DSN文件和单片机程序见本期配刊光盘。

LED动感发光字的实现

文/郑利敏 崔宏亮

本文介绍一种以AT89C2051单片机为主控核心，结合相关电路，控制超高亮红、绿、蓝三基色LED的亮暗变化，实现七彩动感变化发光字的方案。通过对三基色LED亮暗时间的组合，可编写多种变化模式，对应控制各发光单元的亮或灭，动静结合，实现丰富多彩的变化效果。

三基色混色原理

按照三基色混色原理加数字灰度控制技术，原理上可演变出几乎超越大自然存在的任意色彩。本设计采用三基色LED二级灰度控制（明和暗）方案，通过对红、绿、蓝三种基色亮暗变化的控制得到七种不同颜色，达到七彩变换的效果。

三基色混色规律如图1所示。

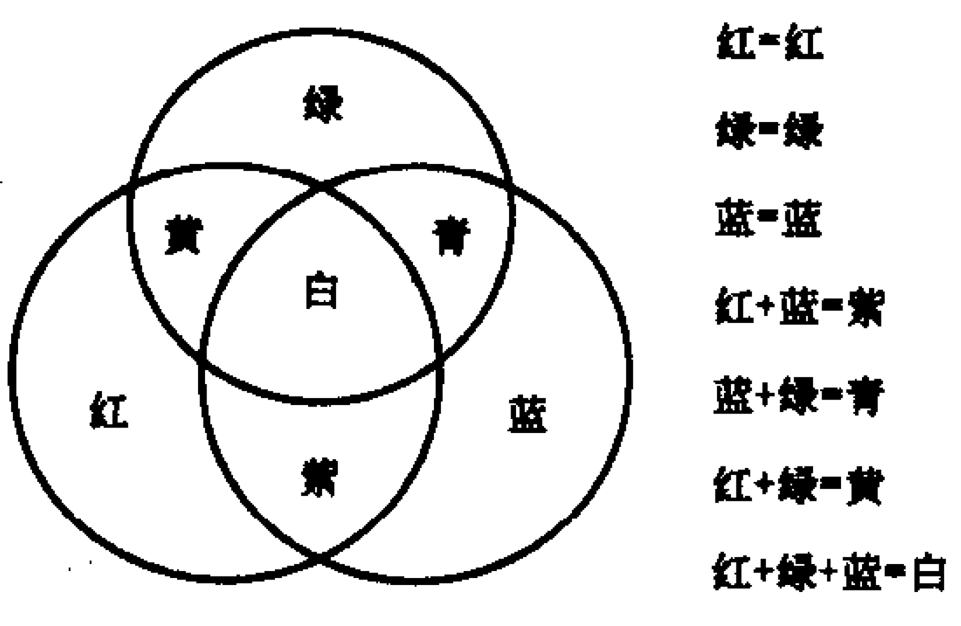


图1

硬件设计

1. 主控电路

电路如图2所示，采用89C2051单片机外接X5045监控芯片构成主控电路，同时增加74LS245提高控制信号的驱动能力。这种简化的硬件结构，提高了系统的可靠性和稳定性。

X5045是一种集上电掉电复位、看门狗定时器、电源电压监控和串行4Kbit EEPROM四种功能于一体的多功能可编程监控芯片，可防止电源通断瞬时及电源电压波动时造成的系统故障。在程序运行出现故障时，如果看门狗在设定的超时周期内未接到单片机发出的清零信号，就会在RST脚给出一复位脉冲来复位单片机，强迫程序重新运行，避免“死机”现象的发生，保证单片机程序的可靠运行。

立体动感字由若干个发光点组成，需要独立控制每个点的亮暗变化，在字数较多或字体较大时需要控制的点数较多，信号的连接线较长，所以选择串行方式来传送数据。

2. 74HC595引脚及工作原理

74HC595具有一个8位串入并出的移位寄存器和一个8BIT输出锁存结构，而且移位寄存器和输出锁存器的控制是各自独立的，在移位的过程中，输出端的数据可以保持不变。因此，采用74HC595作为串行数据传送芯片，可以解决在串行输入信号驱动电路中数据准备和数据显示之间的矛盾问题，使数据准备和数据显示可以同时进行，在显示过程中没有闪烁感。74HC595引脚如图3所示。

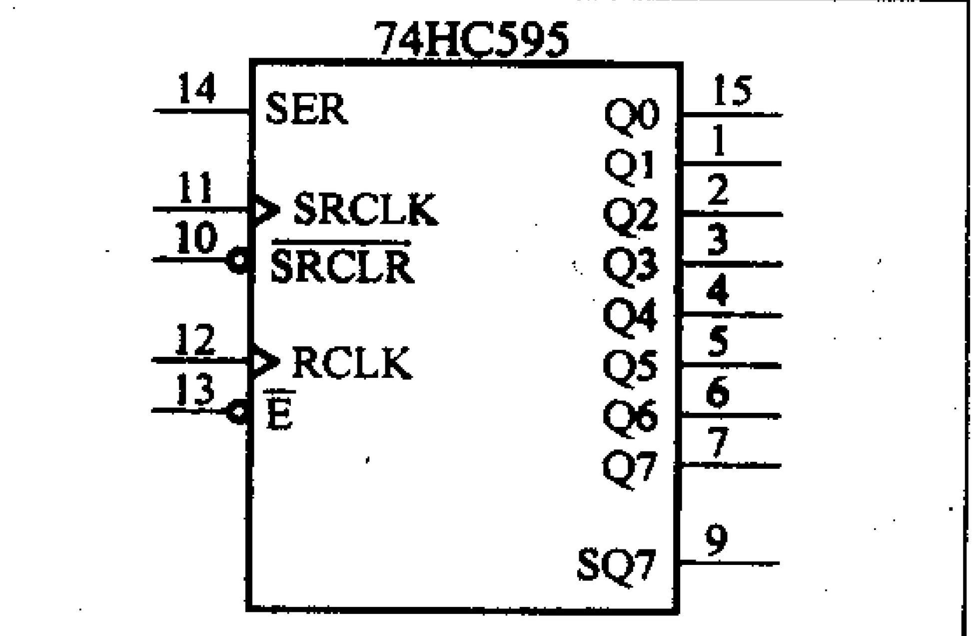


图3

SER：串行数据输入端；

SRCLK：移位寄存器的移位时钟脉冲，在其上升沿发生移位，并将SER的下一个数据移入最低位；

RCLK：输出锁存器的输入信号，其上升沿将移位寄存器的数据送入输出锁存器；

$\overline{SRCLR}$：移位寄存器的清零输入端，当其为低电平时移位寄存器的输出全部为0；

$\overline{E}$：输出三态门的开放信号，只要当其为低电平时移位寄存器的输出才开放，否则成高阻态；

Q0～Q7：8位并行输出端；

SQ7：级联输出端，多片74HC595级连应用时接下一个74HC595的SER端。

74HC595的工作原理：SER端输入的串行显示数据，在移位寄存器的移位时钟脉冲SRCLK的上升沿发生移位，并将SER的下一个数据移入最低位，移位后的各位信号出现在各移位寄存器的输出端，也就是输出锁存器的输入端。将输出三态门的开放信号$\overline{E}$接地使移位寄存器的输出开放。

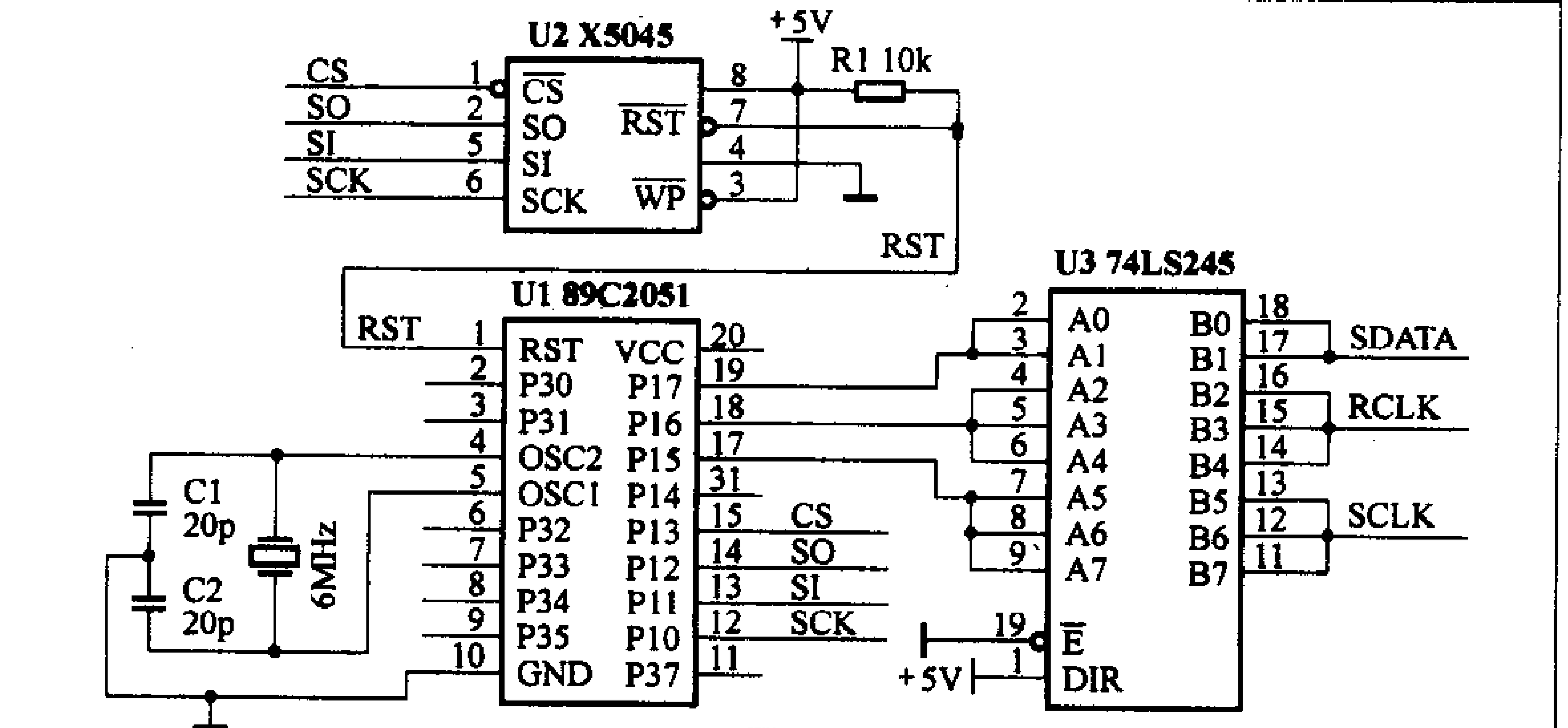


图2

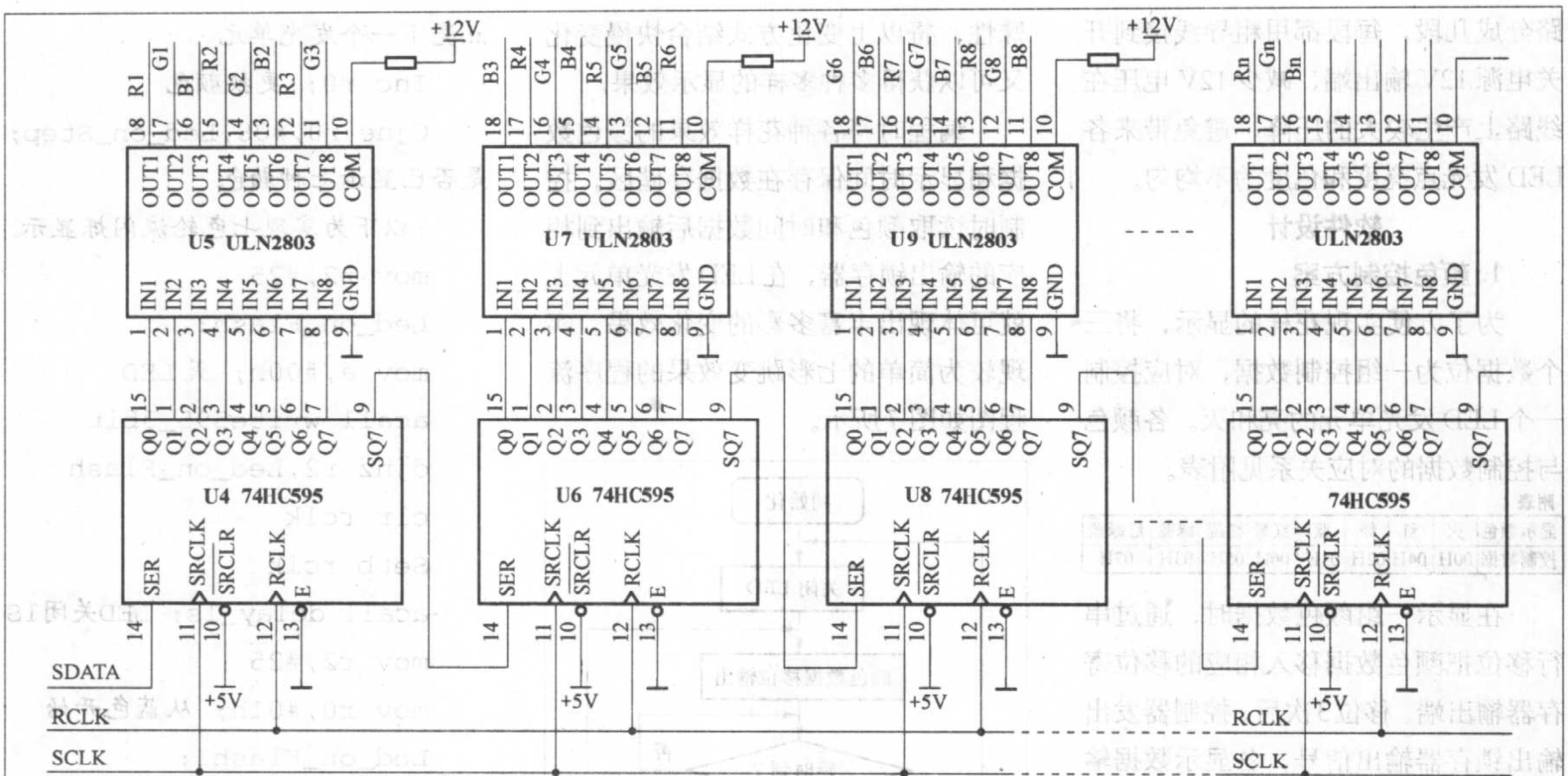


图4

在输出锁存器的输入信号RCLK的上升沿将移位寄存器的数据送入输出锁存器，将串行显示数据显示出来。在多片74HC595级连应用时，第一片74HC595的SER端连接单片机输出端，其SQ7端连接下一片的SER端，各片均采用同样的方法进行级连。同时将各片相应的SRCLK、RCLK、$\overline{\text{SRCLR}}$端分别并联，作为统一的串行数据移位信号、串行数据清除信号和输出锁存器打入信号。这样的结构，使得各片串行移位能把显示数据一次输入到相应的移位寄存器输出端。移位结束后，控制器将各显示数据一起打入相应的输出锁存器。由于SRCLK和RCLK两个信号是互相独立的，所以能做到串行输入移位与输出锁存互不干扰，使数据准备和数据显示可以同时进行。

3. 驱动电路

经74HC595信号变换后虽具有一定的驱动能力，可直接驱动LED发光。但由于电源电压在大电流传输时往往存在较大的压降，因此一般采用12V或12V以上电源给LED灯供电，这就要求我们对上述信号作进一步的处理。本文采用12V电源作为LED灯的工作电源，同时选用ULN2803作串联LED的驱动芯片。电路如图4所示。

ULN2803具有8个输入控制端、8个高电压大电流达林顿晶体管输出端、一个接地端和一个偏置电压输入端COM。高电压电源通过多个同色LED接在输出端，同时，通过偏置电阻与COM端相连。由于ULN2803输入端与标准TTL电平接口兼容，当输入端控制信号为低电平时，输出端与偏置电压相当，电压差小，LED不发光。当输入端控制信号为高电平时，输出端电压下降，电压差大，LED就发光。ULN2803每个输出端口驱动电压最高可达50V，电流500mA，完全满足驱动LED发光的需要。

4. LED发光单元

立体动感字一般由若干个发光点组成(如图5所示)，要实现颜色的七彩变化，则每个发光点至少含有红、绿、蓝三色LED各一个。基于12V电源方

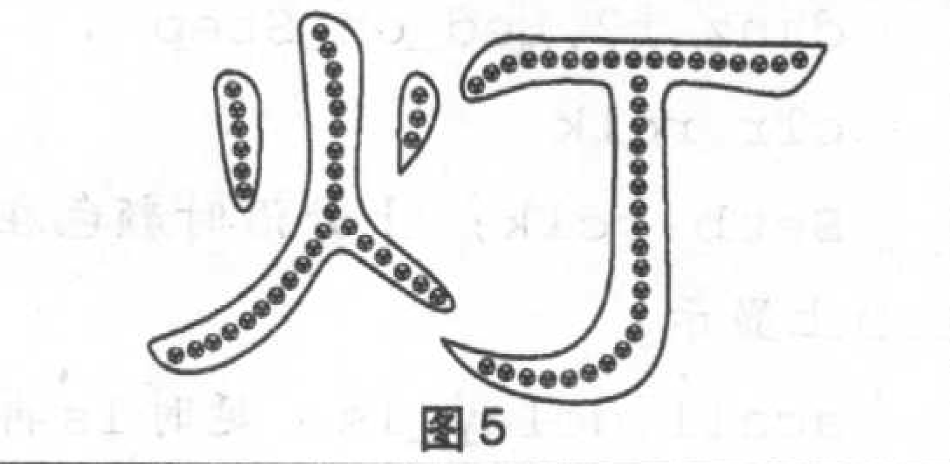


图5

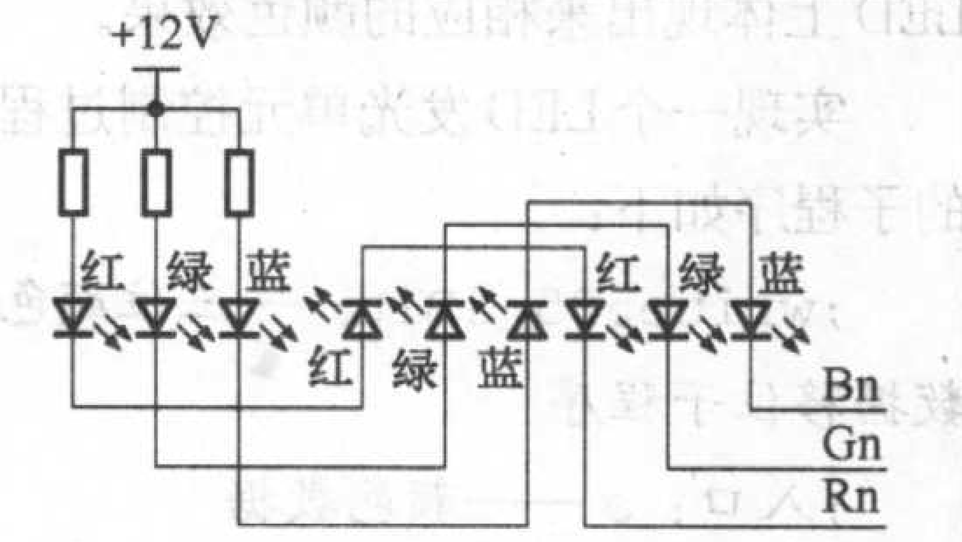


图6

面的实际情况，将三个发光点的同色LED串联起来作为一个发光单元（包括三个发光点），共用一组控制信号。三色LED均通过限流电阻与12V电源连接（见图6）。

5. 工作电源

一方面要为主控模块单片机系统提供较小电流的5V电源，保证控制系统的正常运行。另一方面又要为LED发光单元提供12V大电流工作电源，因此，应选用含有5V和12V两种输出电压的开关电源。12V电源所需电流由连接的LED数目M决定，可由公式$1.5\times M\times0.02/3$（即$M\times0.01$）算出。

LED发光单元使用的12V工作电源在大电流传输时存在着较大的压降，严重影响了LED发光点的亮度和色度。因此12V工作电源接线时应采用分段多点接入方式，即将12V电源线

路分成几段，每段都用粗导线接到开关电源 12V 输出端，减少 12V 电压在线路上产生较大的压降，避免带来各 LED 发光点亮度和色度的不均匀。

软件设计

1. 颜色控制方案

为了方便实现花样的显示，将三个数据位为一组控制数据，对应控制一个 LED 发光单元的亮和灭。各颜色与控制数据的对应关系见附表。

附表

显示颜色	灭	红	绿	蓝	红绿	红蓝	绿蓝	红绿蓝
控制数据	00H	04H	02H	01H	06H	05H	03H	07H

在显示一组颜色数据时，通过串行移位把颜色数据移入相应的移位寄存器输出端。移位3次后，控制器发出输出锁存器输出信号，各显示数据输出到相应的输出锁存器，此时就在 LED 上体现出来相应的颜色效果。

实现一个 LED 发光单元控制过程的子程序如下：

```
;write595_3Bit——三位颜色数据移位子程序
;入口：a——颜色数据
write595_3Bit:
mov r5,#03h
write595_3Bit_loop:
rrc a
mov sdata,c
setb sclk
nop
clr sclk
djnz r5,write595_3Bit_loop
ret
```

2. 花样控制

将颜色数据和显示时间(速度)相组合就可方便地实现七彩跳变、渐变、追逐等花样效果，变化方式可达百种以上。例如将单种颜色顺序从左到右或从右到左依次点亮或熄灭、从两边到中间或从中间到两边依次点亮或熄灭，或将两种或两种以上颜色作为一个变化单位也可获得多种变化效果。除此以外，也可以依据人眼视觉的特殊性，将以上变化方式结合快慢变化又可以获得多种多样的显示效果。

编程时将各种花样效果的颜色数据和显示时间保存在数据存储区，控制时读取颜色和时间数据后输出到相应的输出锁存器，在 LED 发光单元上就可体现出丰富多彩的变化效果。实现较为简单的七彩跳变效果的程序流程图如图 7 所示。

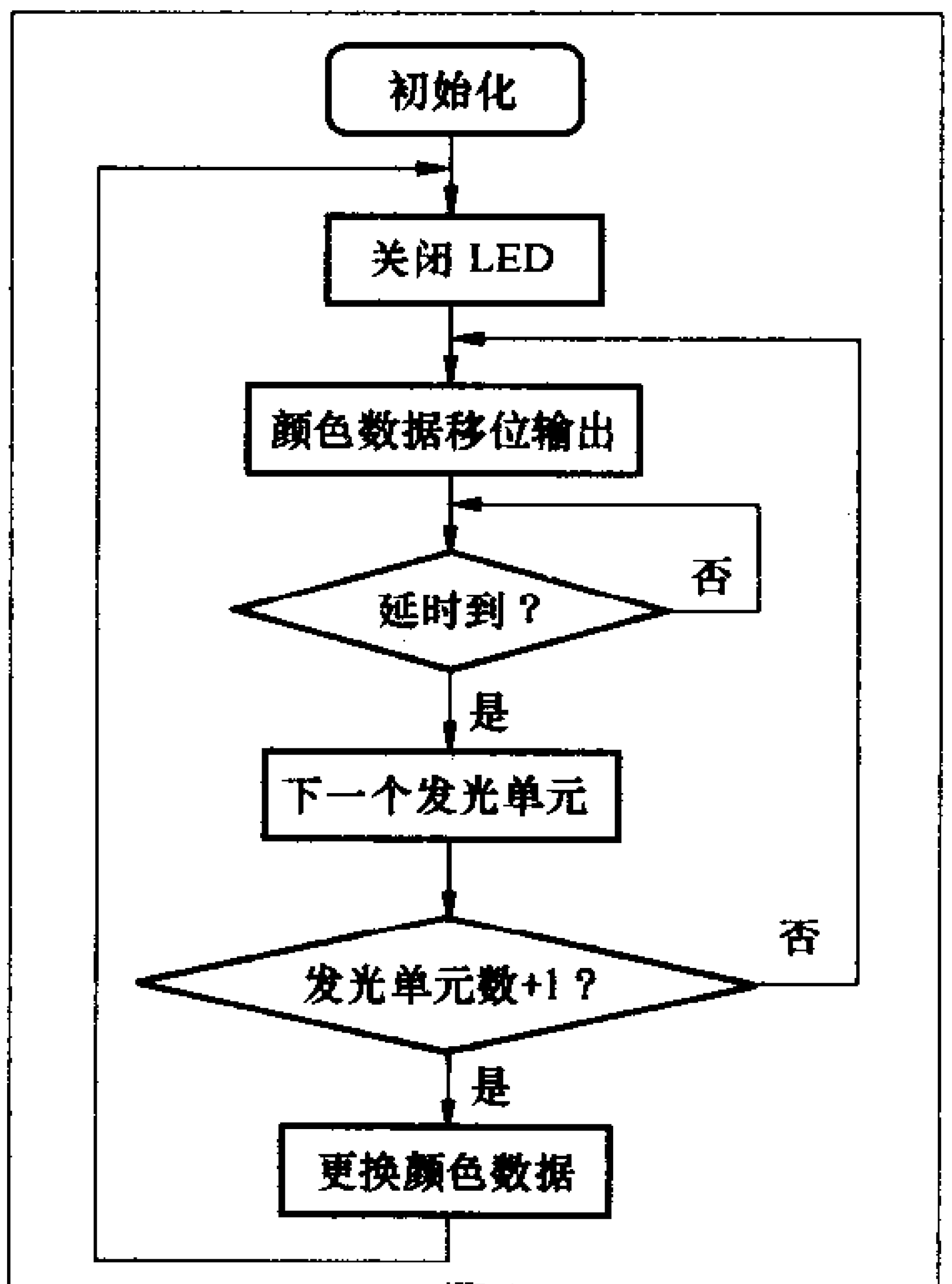


图7

下文给出以“灯”字为例实现较为简单变化效果的程序。该字有75个发光点共225颗LED，划分为25个发光单元。

；以下为灭 LED 后用七色逐个发光单元延时点亮LED，表现为“书写”效果

```
Start:
mov r2,#25; 控制 25 个发光单元
mov r0,#00h; 从灭 LED 开始
Led_on_Step:
mov a,r0; 送颜色数据
acall write595_3bit; 颜色数据移三位
djnz r2,Led_on_Step
clr rclk
Setb rclk; 上升沿时颜色在 LED 上显示
acall delay_1s; 延时 1s 再点亮下一个发光单元
Inc r0; 更换颜色
Cjne r0,#08,Led_on_Step; 是否已显示七种颜色
;以下为实现七色轮流闪烁显示
mov r2,#25
Led_on_Flash:
mov a,#00h; 灭 LED
acall write595_3bit
djnz r2,Led_on_Flash
clr rclk
Setb rclk
acall delay_1s; LED关闭1S
mov r2,#25
mov r0,#01h; 从蓝色开始
Led_on_Flash1:
mov a,r0
acall write595_3bit
djnz r2,Led_on_Flash1
clr rclk
Setb rclk
acall delay_1s; LED 亮 1s
Inc r0; 更换颜色
Cjne r0,#08, Led_on_Step; 是否已显示七种颜色
;以下为用两种颜色显示“灯”字
mov r2,#12; “火”用红色显示(含 12 个发光单元)
Color_Red:
mov a,#01h
acall write595_3bit
djnz r2,Color1
mov r2,#13; “丁”用蓝色显示(含 13 个发光单元)
Color_Blue:
mov a,#06h
acall write595_3bit
djnz r2,Color2
clr rclk
Setb rclk
acall delay_10s; 延时10s
……
Sjmp Start
```

自制简易实用的微型交流电焊机

文/刘 峰 周炳峻 戈 剑

业余电子制作和维修过程中，通常会遇到焊接电池极片或薄钢板，而要确保顺利完成这一任务最好使用电焊机。这里介绍的微型交流电焊机，由降压变压器、电流调节器和散热系统以及焊接导线、把手等附件组成。焊接时不必使用电焊条，只需把欲焊接的器件分别作为电路的两个电极，利用接触电阻处产生的高温，将金属瞬间熔化，把器件牢牢焊接在一起。

电路工作原理如图1所示，T2是降压变压器，也是电焊机的核心部件，8A整流桥、单向晶闸管VS、单结晶体管V、电阻R2、R3、R4、R5、电容C2及电位器RP构成了焊接电流无级调节器，直流电流表A用于间接指示焊接工作电流大小，R1与LED组成电源指示电路，小型变压器T1、1A整流桥、电容C1以及电机M构成了散热系统。

由图1可见电路十分简洁，要说复杂就只能算是电流调节器了，它利用单结晶体管的负阻特性组成张弛振荡器，作为单向晶闸管的触发电路。由于单结晶体管张弛振荡器的电源取自桥式整流电路输出的全波脉动直流电压，当晶闸管没有导通时，张弛振荡器的电容C2经R2、R5及RP充电，电容两端电压V_{C2}按指数规律上升，达到单结晶体管的峰点电压V_P时，单结晶体管V突然导通，基区电阻R_{B1}急剧减小，电容C2通过PN结向电阻R4迅速放电，使R4两端电压V_g发生一个正跳变，形成陡峭的脉冲上升沿，随着电容C2的放电，V_{C2}按指数规律下降，当低于谷点电压V_V时，单结晶体管截止。在R4两端输出的是尖顶触发脉冲，使得晶闸管VS导通，T2初级绕组内有交流电流流过，同时晶闸管两端压降变得很小，迫使张弛振荡器停止工作。当交流电压过零瞬间，晶闸管被迫关断，张弛振荡器再次得电，电容C2又开始充电，这样周而复始不断重复上述过程。调节电位器RP可以改变电容C2的充电时间，也就是改变张弛振荡器振荡周期，自然也就改变了每次交流电压过零后张弛振荡器发出第一个触发脉冲的时间，相应地改变了晶闸管VS的导通控制角，使加在T2初级绕组两端的电压发生变化，最终达到调节控制次级输出电流的目的。

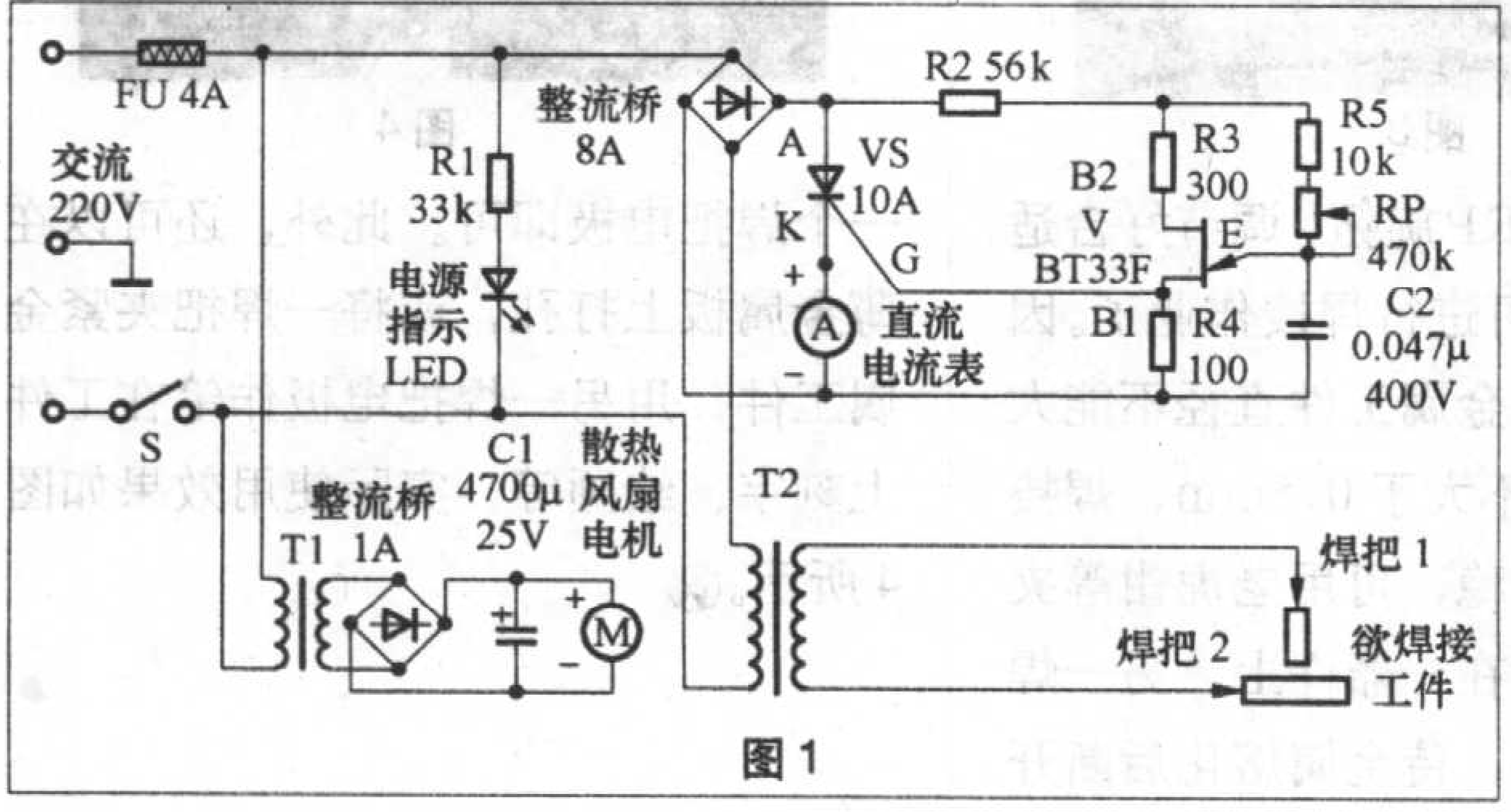


图1

降压变压器T2选用的是废旧彩色电视机高功放电子管FU－720F的灯丝变压器，初级交流电压220V，次级交流电压4V，稳定输出电流可达80A。如果一时找不到诸如此类合适的低电压、大电流变压器，也可以自制。首先找一个功率300W以上的220V交流电源变压器，拆除原次级绕组线圈不用，另用0.5cm²以上的铜质电缆线在变压器上绕6～10匝，确保输出电压约为4V即可。

单结晶体管选用BT33F，单向晶闸管选用CR10AM，实际制作前还要检测一下好坏，并分清电极引脚。对单结晶体管，首先判定发射极E，将指针式万用表电阻挡置于R×1k挡，用两表笔测得任意两个电极间的正、反向电阻均相等（约2～10kΩ）时，这两个电极即为B1和B2，余下的一个电极就是发射极E，接着区分第一基极B1与第二基极B2，将黑表笔接E极，用红表笔依次去接触另外两个电极，分别测得正向电阻值。由于管子构造上的原因，第二基极B2靠近PN结，所以发射极E与B2间的正向电阻应略小于E与B1间的正向电阻，范围均在几到十几千欧。因此测得阻值较小时红表笔所接的电极即为B2，阻值较大时红表笔所接的则为B1。

单向晶闸管外形酷似大功率三极管，判别其阳极（A）、阴极（K）和控制极（G）三电极引脚时，要用指针式万用表R×1Ω挡，测量阻值与其余两脚均不通（正反阻值达几百千欧以上）的则为A极，再测剩余两脚间阻值，阻值较小（约为几十或几百欧）时，黑表笔所接的一脚为G极，另一脚为K极。如果测试结果与上述情况不符，说明元件已坏。

直流电流表A可以用毫安表并接一段长导线代替，导线就相当于一个小阻值的分流电阻，具体长度要根据实际使用显示情况适当修剪后确定。散热风扇使用常见的直流12V电脑风扇，变压器T1次级取10V即可。电阻要选2W以上的，FU选250V/4A的保险丝。考虑次级输出的电流较大，焊把导线应采用紫铜芯线，并要有足够的截面，以保证在使用过程中不会因过载而发烫。

最后提醒注意的是，电路组装完毕要安放到合适的金属外壳内，除保

新颖而简单的锂电池充电器

文 / 唐黎明

随着手机、MP3、PMP、DC/DV等手持电子产品越来越大众化，锂金属(Li)和锂离子(Li+)电池使用越来越普遍，而配用的充电器无论是市售的手机充电器，还是较高档的DC/DV兼容充电器，绝大部分是采用LM324组成的充电电压检测和控制线路，这些线路无论从控制精度还是功能方面都不能满足锂电池充电特性的要求，直接导致电池充不满，电池寿命减短以及越来越多的电池损坏等案例发生。而如果采用国外专用IC来设计，则极其昂贵的成本实在令人无法接受。

有鉴于此，笔者在此介绍两款由国产新型IC组成的锂电池充电器，在大致相当的总体成本下提供了远远超过LM324方案的性能。

PT7M7433T是上海百利通公司最新设计的一系列电压检测器的其中一款，其检测精度在0～V_{CC}（5.5V）范围内小于1mV，而且其批量IC的检测值偏差小于±2.5%，这样可以保证批量产品的性能一致性和极高的总体性能，我们利用其配合少量外部电路

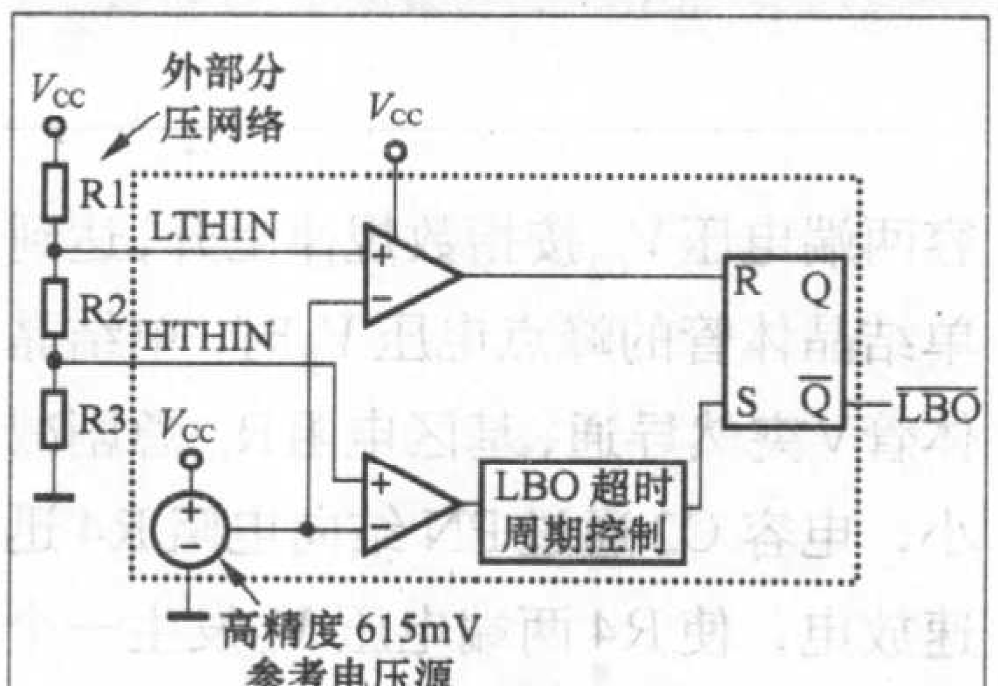


图1

即可组成相当简单的锂电池充电线路。

该IC的内部框图如图1所示，IC内含一个高精度的615mV基准电压源、两个比较器、一个RS触发器和其他一些逻辑电路，其大致功能是：V_{CC}电压或其他待检测电压通过R1～R3组成的分压网络接在IC的LTHIN / HTHIN检测引脚，当待测电压下降导致LTHIN引脚低于615mV时，输出脚$\overline{LBO}$输出低电平，而如果待测电压上升导致HTHIN引脚高于615mV时，经过内部逻辑判断和简单延时后，输出脚$\overline{LBO}$输出高电平。

利用这个IC装制的充电器电路见图2。其工作流程大致是：当接上锂离子电池和供电电源时，IC通过R1、R2、R3组成的网络检测电池电压，如果电池电压低于3.3V(由R1～R3的电阻值决定)，或者按下按键SA1，此时IC的3脚电压低于615mV，则IC的4脚输出低电平，通过R5、VD2拉低VT1的栅极，使之导通，从而通过VT1、R9、VD1给电池进行大电流充电，当电池电压一路上升直至超过4.20V，此时IC的1脚电压高过615mV，IC内部经简单判断和延时，令4脚输出高电平，从而关闭大电流充电通道，但是4脚的高电平同时给R7、C2的充电回路供电，令到VT3的栅极电压慢慢升高，并给R8提供通路导致VT2导通，通过R10给VT1提供一个较弱的导通电流，使之微微导通，从而为电池提供一个较少的补充充电电流。按照图中所示元器件参数将于大约10分钟后，由于C2的不断充电，其端电压即VT3的栅极电压不断上升直至使VT3导通，从而关闭VT2，令整个充电过程结束。

上面的方案还存在一些不足之处，例如检测精度由外接电阻R1、R2、R3的精度决定，对于过放电的电池（电池端电压低于2.8V）没有一个小电流预充的过程，另外该方案的10分钟补充充电时间对于较大容量的电池来说不是太足够，因此针对上述不足之处，

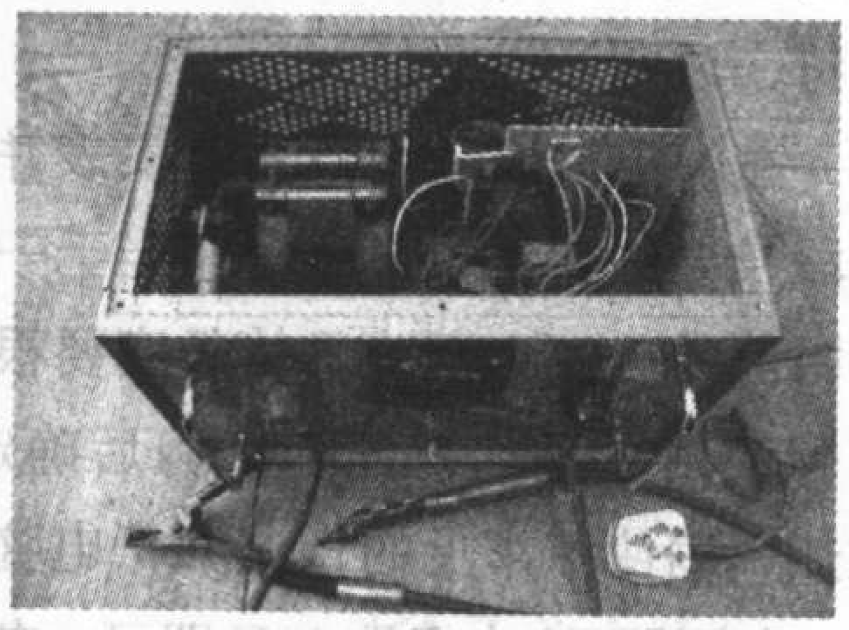


图2

证良好通风外，整个电路要与外壳良好绝缘，同时外壳还要接地。笔者所用的是废旧仪器外壳，DIY的最终效果如图2、图3所示。

使用时，三芯插头接好220V市电，将电源开关S闭合，电源指示灯LED点亮，同时散热风扇开始运转工

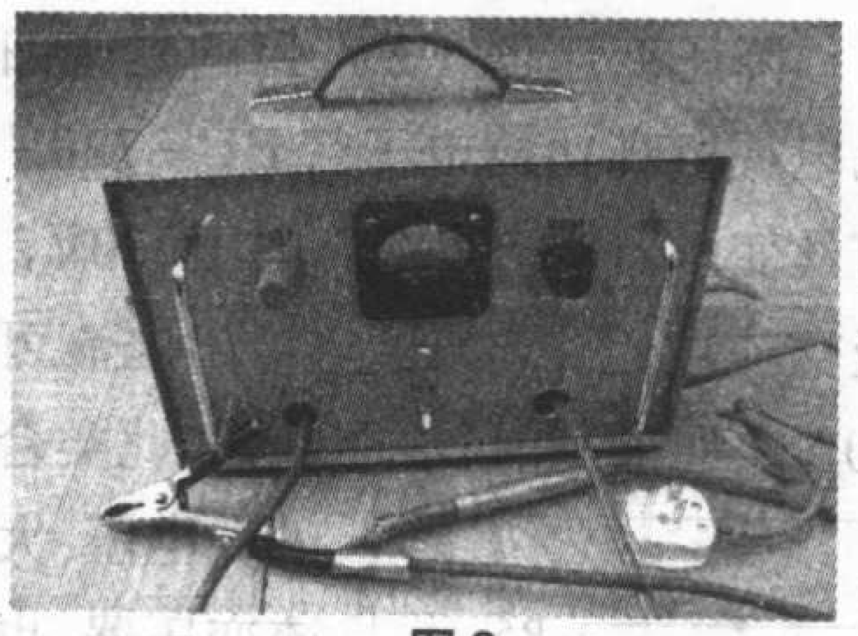


图3

作，转动电位器RP旋钮，调节好合适的焊接电流，即可进行焊接作业了。因焊接电流限制，金属工件直径不能大于3mm或厚度不大于0.5mm，焊接时要保持器件平稳，可用老虎钳等夹具将一焊把固定在一器件上，另一焊把接触另一器件，待金属熔化后断开

图4

一个焊把电极即可。此外，还可以在薄金属板上打孔，或将一焊把夹紧金属工件，用另一焊把电极作笔在工件上刻字、绘画等，实际使用效果如图4所示。

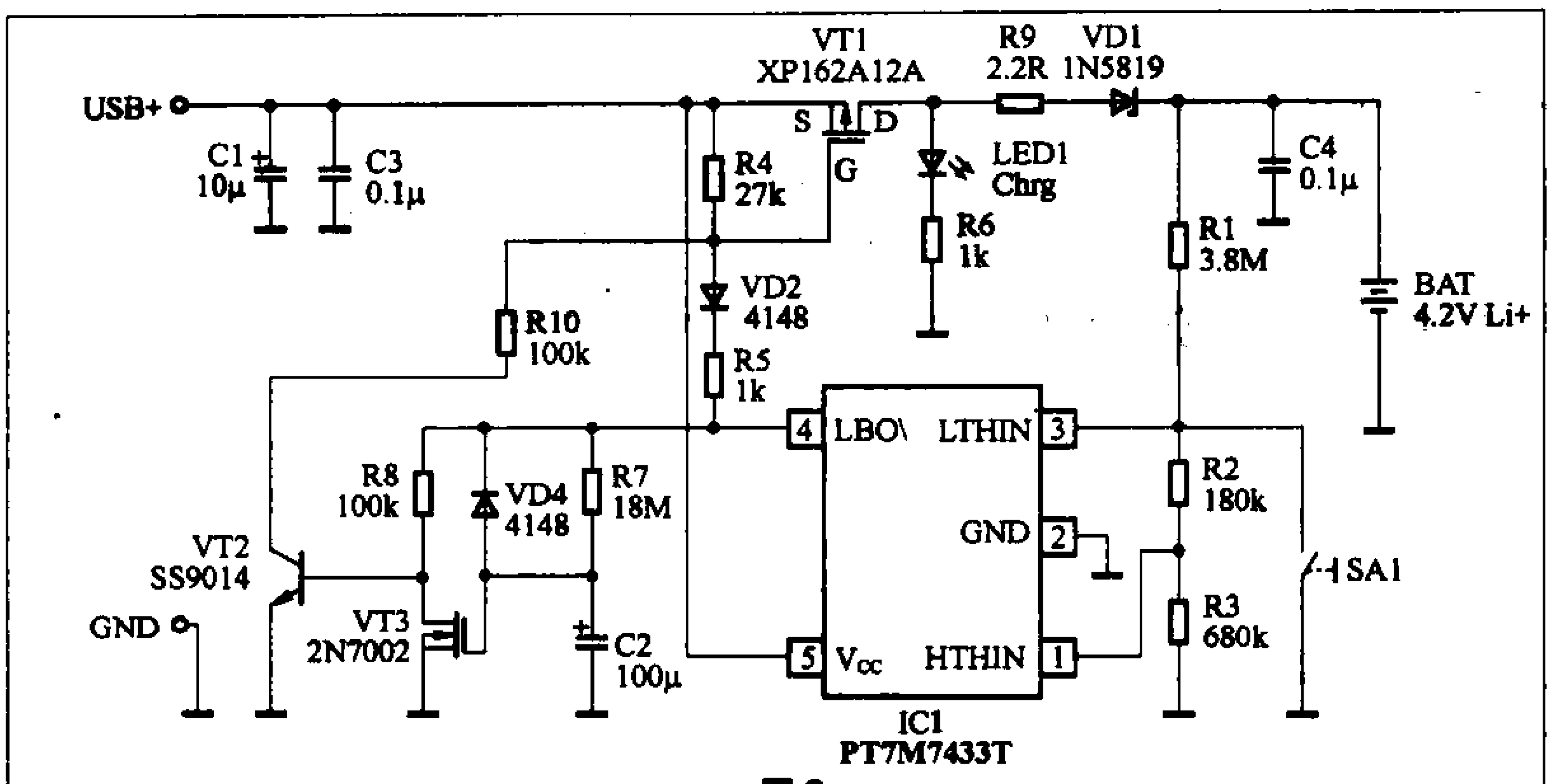


图2

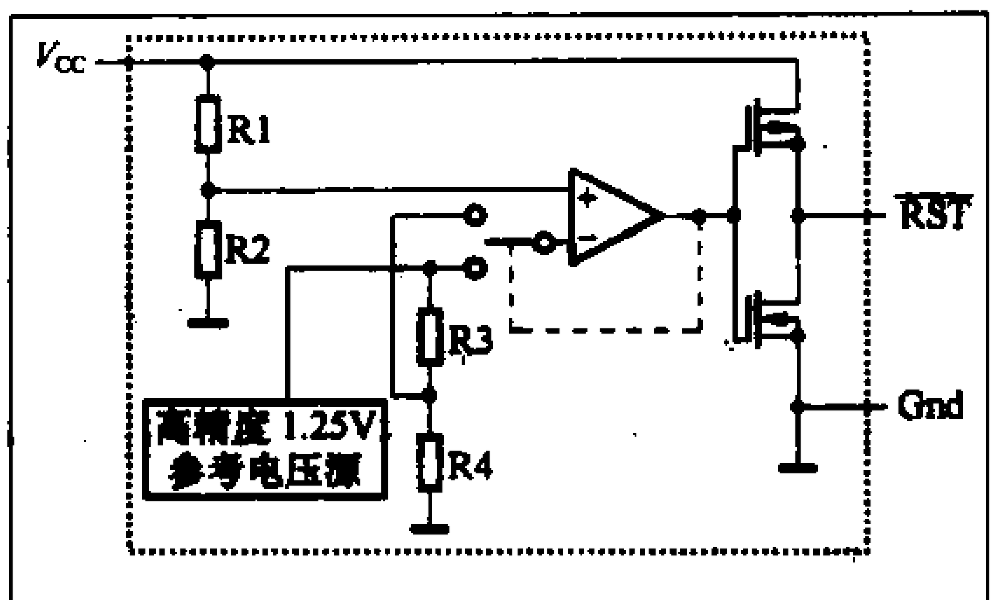


图4

我们还提供一个成本稍高一点，性能更加完善的方案（图3）。

乍看之下，这个方案采用了三个IC，可是IC1和IC2是采用的SOT-23或者TO-92封装，就好像普通三极管一样，其价格也就是2~3个三极管的价格，而IC3(PT8A2513NE)也是采用的TO-94封装，外形和三极管很相似，价钱也相当便宜，不过，这个电路可以实现智能判断电池是否过放电，决定是否在开始充电时采用小电流预充，另外，采用IC3后也将充电后期的补充充电过程延长到大约一个小时。

首先让我们介绍一下该电路中几个IC的功能，图4是IC1、IC2的内部框图，这两个IC只是内部电阻R1、R2的数值不同而已，它们的功能也很简单：当V_{CC}低于IC的设定值时（根据IC编号不同，内部R3、R4阻值也不同，从而导致检测电压值不同，对于PT7M6128指的是2.80V），$\overline{RST}$引脚输出低电平，反之当V_{CC}高于1.05倍标称值时（例如对于PT7M6140，此数值为1.05 × 4.0=4.20V），则$\overline{RST}$引脚输出高电平。

上面电路的另外一个I C (PT8A25 13)则是一个极简单却极稳定的延时IC，其延时时间仅仅取决于Osc脚的频率。事实上该IC就是将Osc振荡频率进行32768次分频后用来控制输出的。之所以采用这个电路而不采用LM555或者CD4060等通用IC的原因就是因为它相对而言定时精度更高（其他IC不分频），定时时间更长（可达数小时），并且电路更加简单。

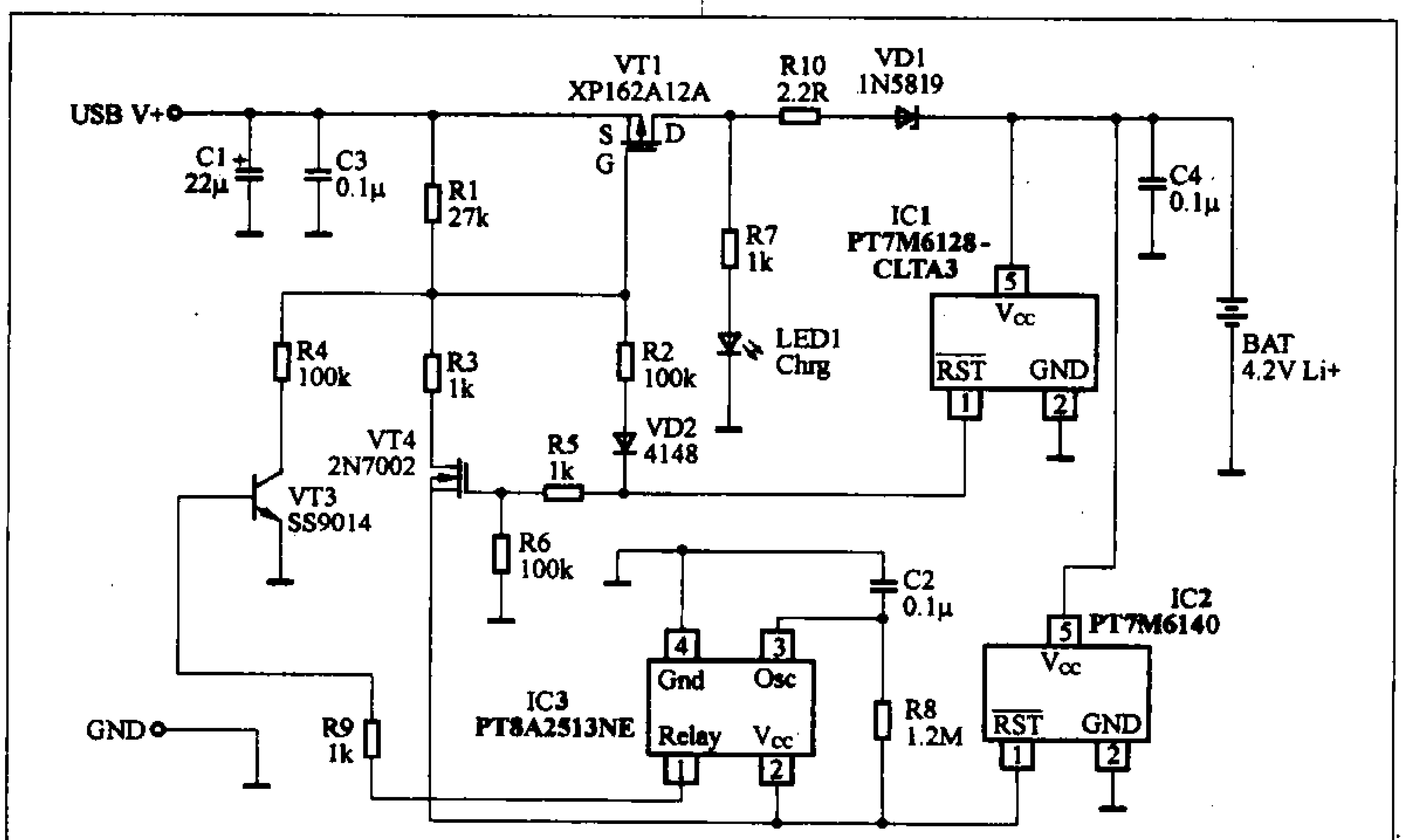


图3

至此大家想必也大致了解了图3的工作流程了：接上电池和充电器，如果电池电压低于2.8V，则IC1输出为低电平（IC2输出也是低电平），这样R3和R4的回路都不通，只有R2回路导通，给VT1提供微弱的导通，使之输出约数毫安的电流给电池进行预充电，当电池电压上升到超过2.94V时或者刚接上电池电压就超过2.94V时，IC1输出高电平而IC2继续输出低电平（电池电压还没达到4.2V），这时R2通路截止而R3通路导通，从而由较小阻值的R3令VT1完全导通，提供一个数百毫安的大电流恒流充电，而当这个恒流充电过程慢慢使被充电的锂离子电池端电压上升到4.2V时，IC2也输出高电平从而关闭VT4，但是它同时也给IC3提供了电源导致IC3开始工作，这样IC3触发VT3使R4导通提供一个很小的补充充电电流，直至IC3达到定时时间从而关闭VT3，这时整个充电过程才完全结束。

相比而言，第二个方案增加了前期智能判断电池状态和自动预充电过程，以及延长了末尾的补充充电过程的时间，各个阶段的充电电流可调并且补充充电时间可调（数分钟至数小时），因此该方案对锂电池充电具有更好的精确性和安全性，加上价钱便宜，功能也比较完善，相信很快会取代市面上中低档的充电器，特别是那些廉价的手机电池充电器。

微电脑倒计时、循环两用精确控时器

文 / 陈九如

传统的工业及农业生产的精确控时开关，产品成本高，体积大，而且操作复杂。利用SD3822单片机开发的微电脑倒计时、循环两用控时开关是一种用途广泛的倒计时、循环两用电源开关控时器，它的倒计时功能适用于非周期性开关控制；它的循环计时功能又适用于周期性开关控制，即开和关两个时段的无限循环控制，并且控时精度极高，控制误差小于10^{-4}。计时范围大(1秒～100小时)、操作方便，如某设备需开13小时38分25秒，停36小时58 分59秒，周而复始，普通循环计时开关很难办到，而采用微电脑倒计时、循环两用控时器的循环计时工作方式就容易满足自控要求。图1是微电脑倒计时、循环两用控时器的操作面板图，它适用于工业烘干、老化、干燥、生化检验、设备自动开关、家用电器、自动定时给水、自动冲水、自动通风、加温、育苗、自动浇灌等等。

微电脑倒计时、循环控时开关以高性能8位MCU为核心（芯片内部结构见图2），单片机主振频率为32768Hz，内含LCD驱动器，核心部分CPU的运算器由8位的累加器、8位的变址寄存器、5位的条件码寄存器、13位的堆栈指针、16位程序控制器组成。另外还有算术／逻辑单元(ALU)，算术／逻辑单元用于完成指令所要求的算数和逻辑运算。大多数二进制算术运算器均用加法完成，减法采用负的加法实现。乘法是在CPU逻辑电路的控制下，使用一系列加法和移位操作来完成的。乘法指令(MUL)需11个内部处理周期来完成这一串运算。CPU控制电路控制ALU的逻辑部件以完成所需的操作。定时器控制逻辑产生串行字节操作的定时和控制信号，该逻辑模块产生的有移位信号、比较信号；产生或检测开始；结束条件，接收发送应答位；控制主从方式，包括中断请求和总线请求。

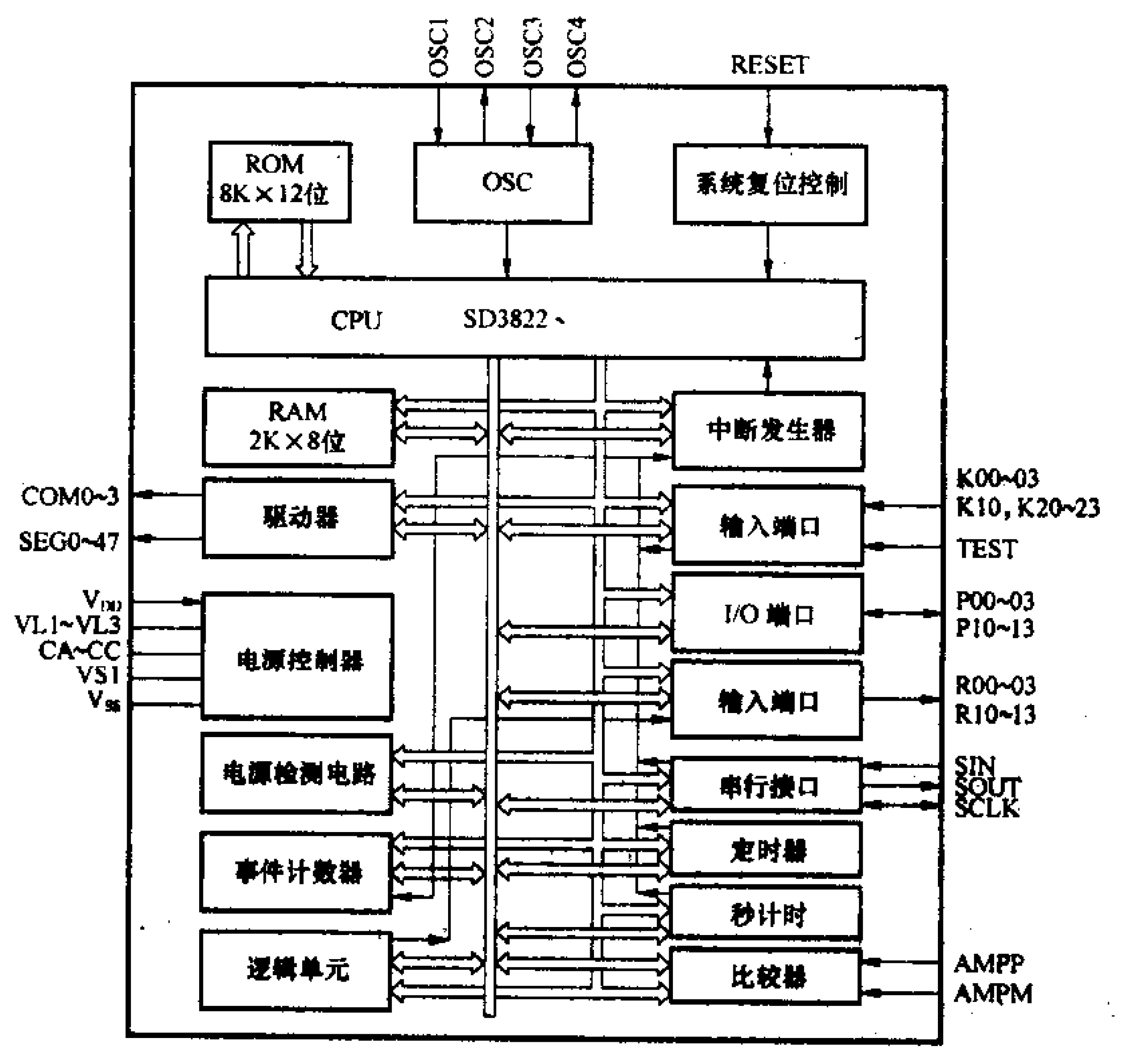


图2

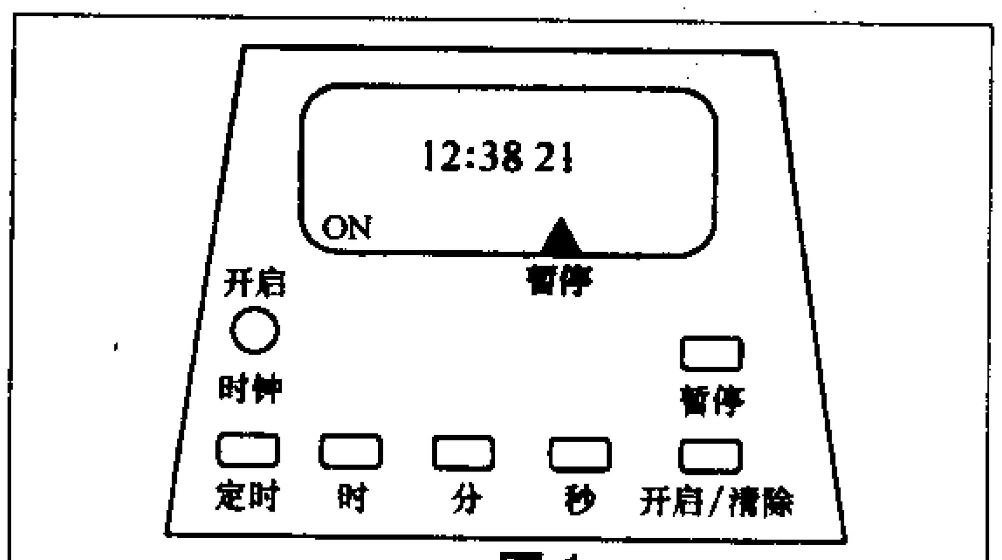


图1

微电脑倒计时、循环控时器电路工作原理见图3，芯片电源用3V高能锂电池供电，可保证停电时芯片所设定的时间程序不会丢失。芯片外部有一路输出，以高低电平输出形式经VTI和VT2复合三极管驱动控制继电器，提供对开关的操作控制，还可提供许多操作便捷的实用功能，包括：手动开／关、程序暂停／继续控制功能等，继电器的工作电源采用交流220V阻容降压，经桥式整流直接稳压至24V，抗干扰能力极强。

图4是微电脑倒计时、循环控时器在自动育苗装置中的应用实例。花卉、林苗、蔬菜、穴盘育苗是一个时间性很强的工序，而育苗工作能否如期完成以及质量的高低将直接影响后续花卉，林苗，蔬菜种植生产计划的实施和产品质量的高低。微电脑循环、控时自动育苗，为我国种植业提供了自动、准确的

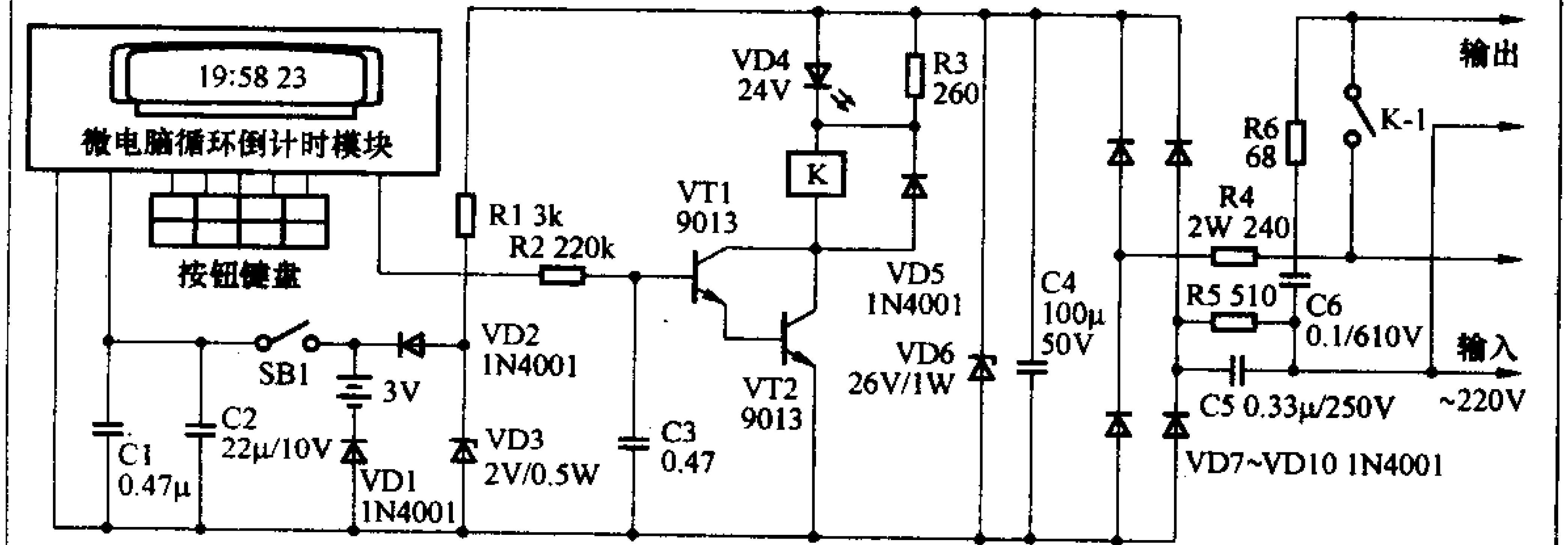


图3

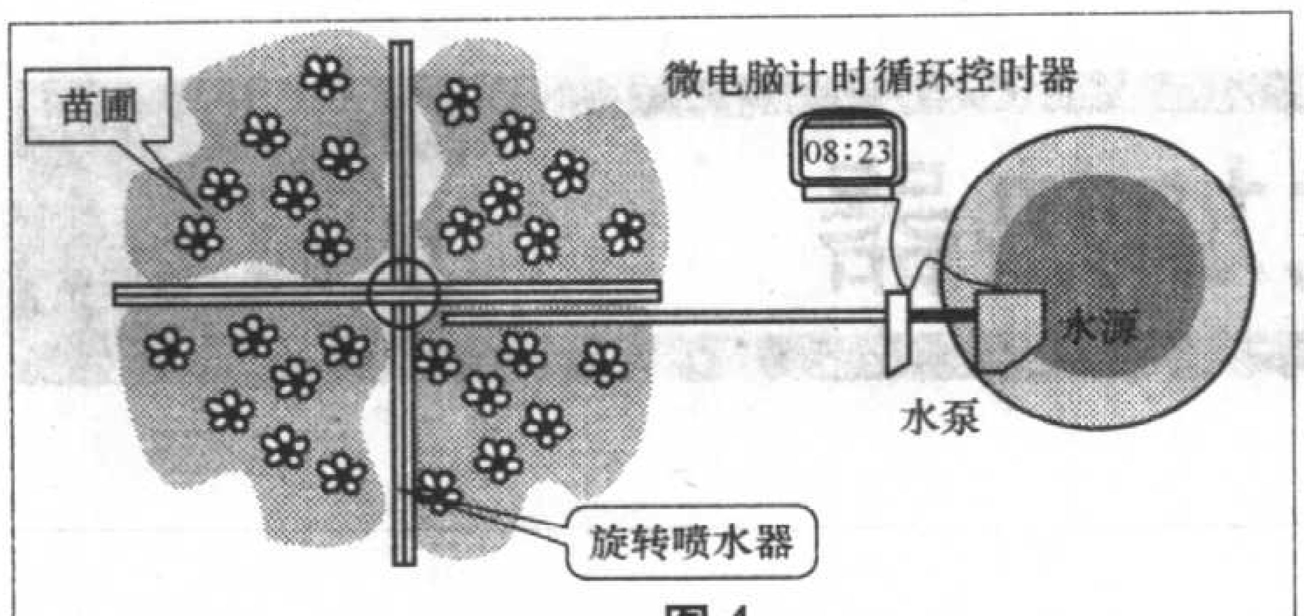


图 4

育苗方式，不但能大大降低育苗的劳动强度，提高育苗质量，而且为后续种植生产打下了良好的基础，也使露地和温室种植中的育苗环节实现自动化，只需一人管理，效率是人工的20倍以上，经济效益得到显著提高。

一、技术参数

1．适用电压范围：180～230V/50Hz；

2．开关容量：10A（阻性负载）、8A（感性负载）；

3．时钟日差：24小时内小于0.5秒（23℃±1℃）；

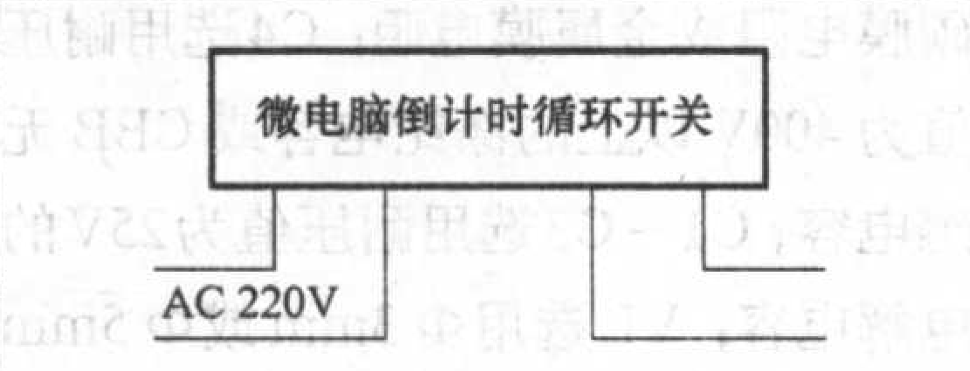


图 5

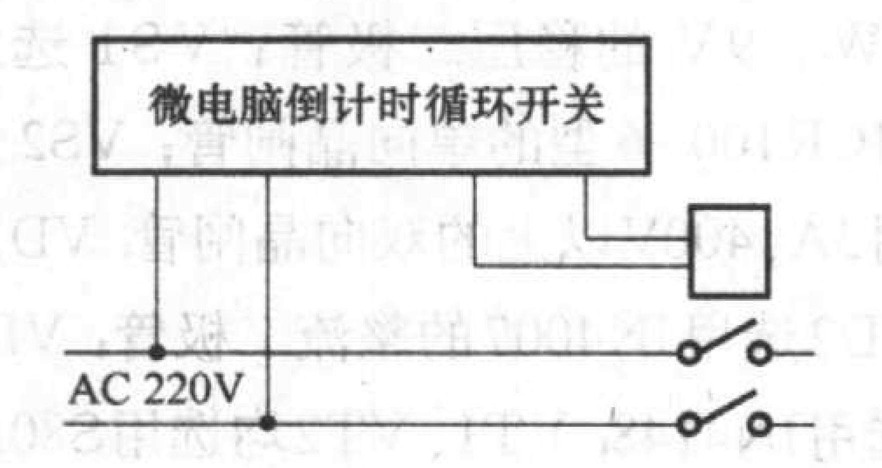


图 6

图 7

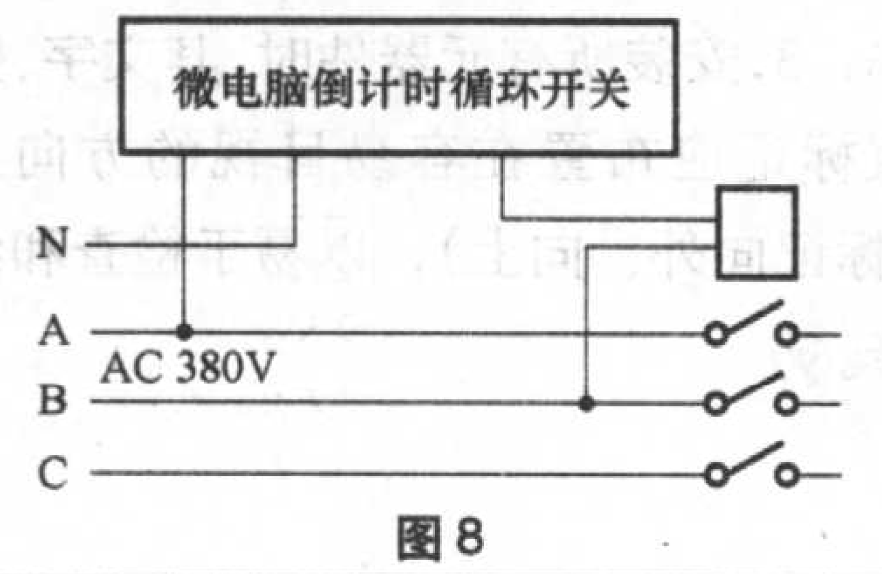


图 8

4．时控范围：1秒～100小时（循环开关相同）；

5．环境温度：−20℃～+60℃；

6．环境湿度：≤95%；

7．外形尺寸：98mm×56mm×45mm；

8．重量：180g。

二、接线方法

1.直接控制方式的接线

当被控制的设备是单间单相供电，功率不超过本开关的额定容量（阻性负载不超过10A，感性负载不超过8A），可采用直接控制方式（见图5）。

2.单相扩容方式的接线

被控制的设备是单相供电，功率超过本开关的额定容量时，可通过一个容量超过设备功率的交流接触器来扩容。接线方法见图6。

3.三相工作方式的接线

被控制的设备是三相供电，则必须外接三相交流接触器。图7和图8分别表示接触器线圈工作电压为AC220V和AC380V的接线图。

三、注意事项

1.被控制电器功率大于微电脑倒计时开关时，可加接交流接触器扩容；

2.安装时务必按开关外壳上标志接线，并拧紧接线螺钉；

3.本开关进线只能接AC220V电源，切勿接到AC380V电源上；

4.底部开关置“开”位置时，显示器显示，并使定时数据不丢失，所以使用时一定要置“开”，停止使用时“关”，保证备用电源高能锂电池能长期使用（备用电源可使用3000小时）；

5.使用带金属外壳电器时，请使用三芯插头。Ⓦ

兰州华联电子有限责任公司 供 （网址 http://www.163hl.com）

本文介绍的微电脑倒计时循环两用精确控时器、50次打铃器(停电可记忆设置时间)均128元●微电脑智能经纬度控时器（本刊04年7期文章介绍），可按所在地区日出日落规律，根据四季的太阳辐射日总量，每天自动修正后对路灯及照明灯进行开关控制，单路136元，2路158元，模块88元，路灯节能1600A三相四线可控硅移相触发器980元，订做各种智能微电脑路灯节能控制柜（节电50%以上）●12开12关电脑时控器89元，模块29元●逻辑组合型高精度微电脑时控模块，可实现1-6路任意定时开关、打铃等46次16种组合46元。49次打铃+3路定时模块58元（大显示屏可接背光）●专利产品：①微电脑智能温室综合控制系统可单独使用，也可在Windows界面实施远程监控，自动供水，节水监控计量等功能(本刊04年12期文章介绍)。②计算机图书馆、档案馆智能数据监控系统。③计算机冷库、气调保鲜库温湿度智能数据监控系统。计算机可对多座冷库、图书馆温湿度24小时实时监控、记录或打印，产品已在多个国家重点项目中应用。小批量特殊用户不支付开发费，可根据要求修改软/硬件●太阳能微电脑自动灌溉系统（电子世界04年8期文章介绍）●880C数显智能温控器组件(−40～110℃)145元●880CF带RS-232接口数显温控表头138元●专利产品：多功能音乐术语视读机（学习音乐必备），常用音乐术语（意大利、法语、德语）标准发音及显示、节拍器、琴灯、练琴定时报响、标准音、时间功能466元●微电脑语音节拍器：真人喊拍235元●太阳能充电器18元，可充节5号电池●自行车计程器96元，多功能电子计步器39元●超声波数字测距仪337元●承接时控、各种单片机及计算机软硬件开发、承接网站建设、域名注册、虚拟主机、网站推广、应用软件开发。办理邮购邮资每次10元。邮编 730000，电话(0931)8553678、8265905。E-mail：hldz@163hl.com

LED手电筒的制作

文/冉晓平

笔者用现在比较流行白光LED做了一个LED手电筒（电路见图1），它采用一颗1.2V/2200mAh的可充电电池，充满电后点亮LED达到36小时之久。加上电池共用了8只元器件，线路十分简单。可以用直接搭焊的方式连接各个元器件，焊好后连同电池装在一个空的手电筒内。所用元件较少，可以将它做得十分小巧。

元器件选择：R1、R2选用1/8W碳膜电阻。C可选用陶瓷电容。三极管可按图1中选用，也可以选用最常见的90系列三极管。电感可以选用成品色码电感，也可以将丢掉不用的手机充电器拆开，里面有一个滤波电感拿来代用，从10μH到1000μH都可以正常工作。手电筒实物如图2所示。Ⓦ

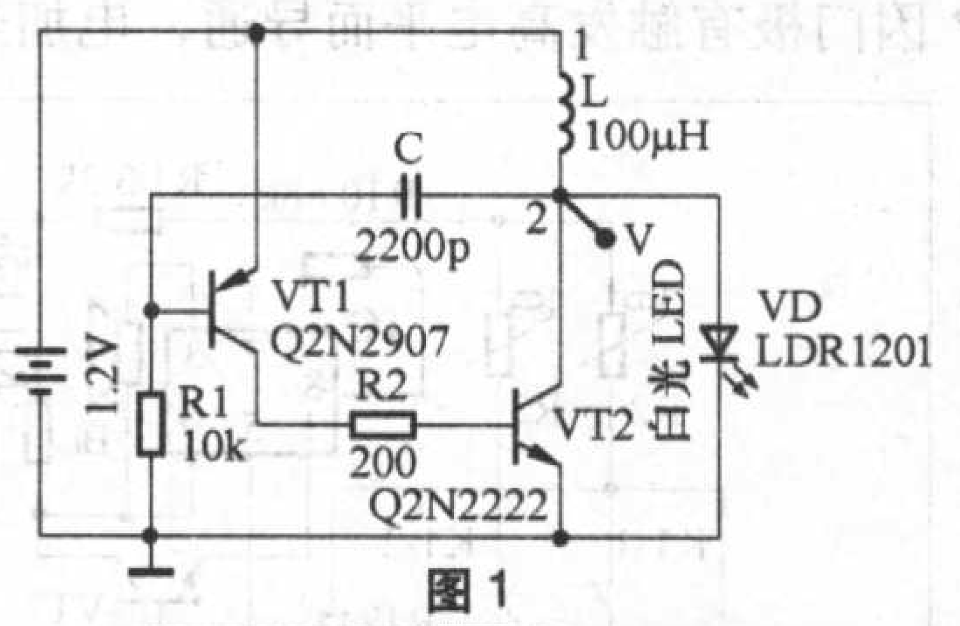


图 1

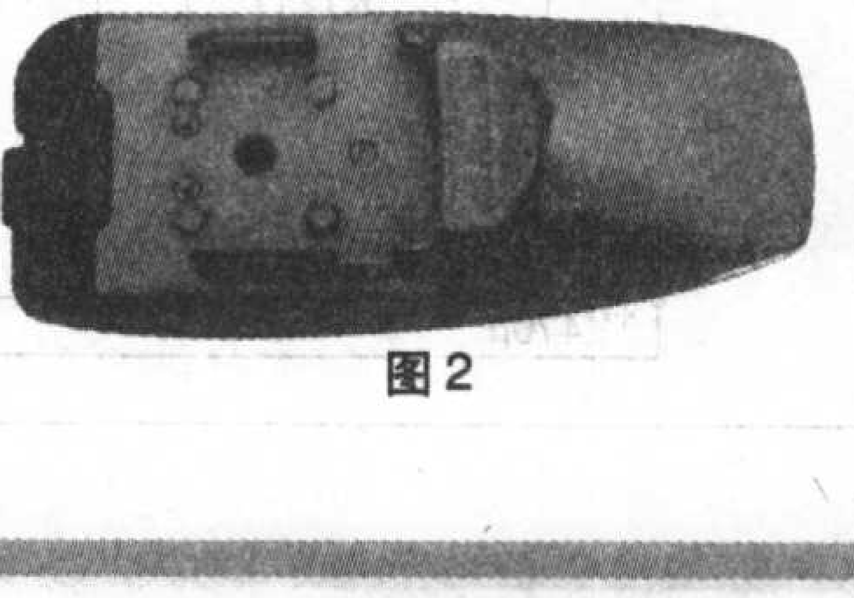


图 2

电子自动保温式加热器

文/李亚兵

本文介绍一种集加热、报警、自动保温为一体的加热电路。与普通加热器相比，它具有电路结构简单、成本低、易制作、温控精确等优点。可用于电饭锅、电热开水瓶、电热饮水机、电水壶等电热器具中，有广泛的使用价值。

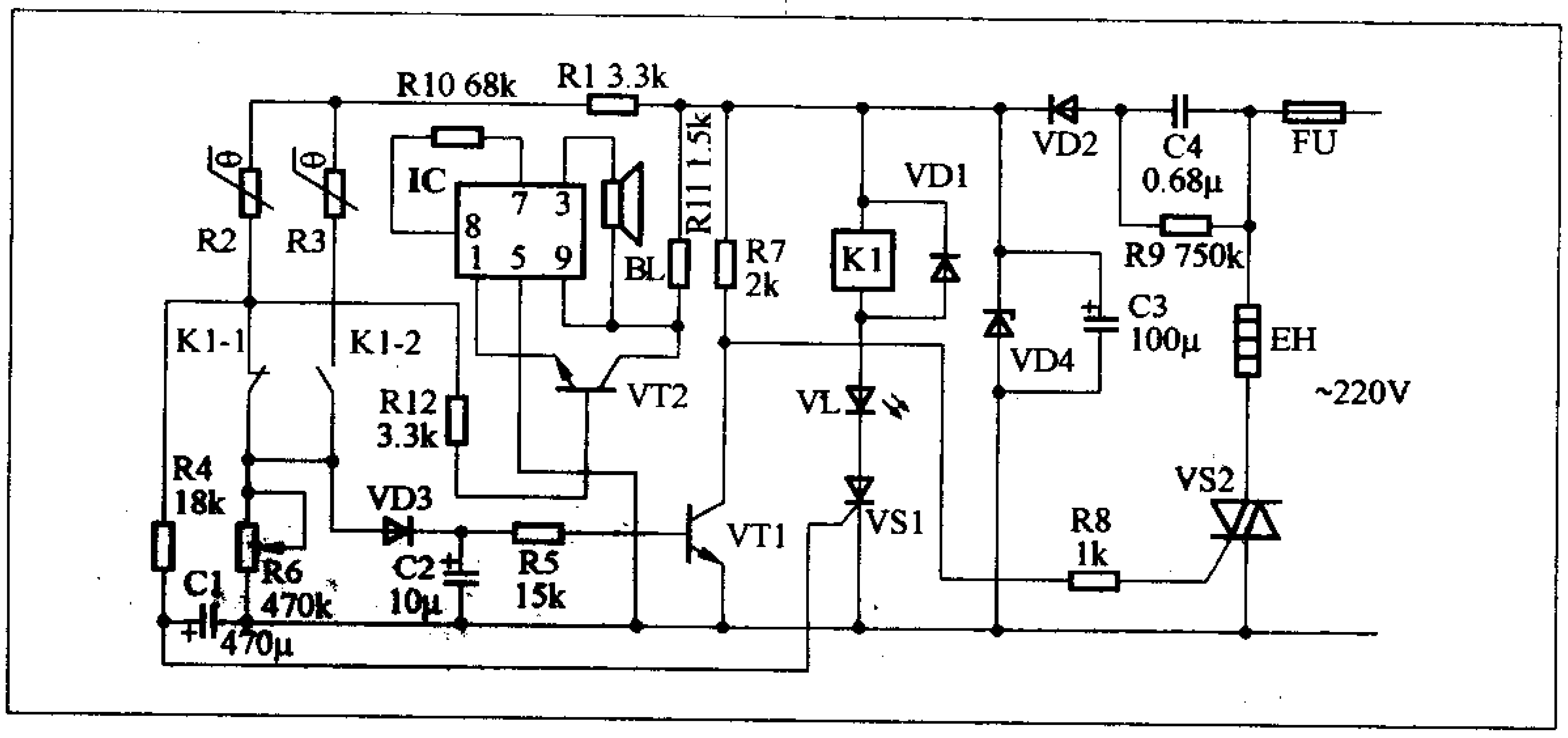
一、电路工作原理

该电子自动保温式加热器由电源电路、加热保温电路、报警告知电路等组成，电路原理见附图。

电源电路由降压电容C4、电阻R9、整流二极管VD2、稳压二极管VD4和滤波电容C3组成。

加热保温控制电路由电阻R1、R4~R8、加热热敏电阻R2、保温热敏电阻R3、电容C1和C2、单向晶闸管VS1、双向晶闸管VS2、直流继电器K1、三极管VT1等组成。报警告知电路由音乐集成电路IC、触发三极管VT2、扬声器BL等组成。EH为电加热器。FU为超温熔断保护器。

通电后，热敏电阻R2、R3上的温度比较低，其阻值近似为无穷大，三极管VT1截止、单向晶闸管VS1因门极无触发高电平而关断。双向晶闸管因门极有触发高电平而导通，电加热器EH通电工作。当水开或食物煮熟后，热敏电阻的温度基本上和其温度一样，导致热敏电阻R2、R3的阻值变小（R2的居里点为100℃、R3的居里点为65℃，可适当调节可调电阻R6，使水开或食物熟后即其阻值变小），由于延时电阻R4、延时电容C1的共同作用，三极管VT1 、VT2先导通，单向晶闸管VS1后导通。三极管VT1导通使双向晶闸管VS2因门极无触发高电平而关断。电加热器EH断电，加热过程结束。触发三极管VT2导通使报警告知电路工作（可以是动听的音乐，也可以是语音如“饭熟啦”）。单向晶闸管VS1导通使保温指示灯发光、直流继电器线圈K1得电（直到切断电源后才失电），K1的常闭触头K1-1先断开，K1的常开触头K1-2后闭合，K1-1断开使加热热敏电阻R2不起作用。K1-2闭合使保温热敏电阻R3起作用（电路进入保温状态）。为了防止直流继电器的触头在转换过程中，瞬间切断三极管VT1基极偏压，增加了电容C2。电阻R5、二极管 VD3和电容C2保持三极管VT1良好导通。当水或食物的温度降至65℃（电热开水类的电器可设高一些）以下时，保温热敏电阻R3的阻值增大（温度低于居里点），三极管VT1截止，双向晶闸管因门极有触发高电平而导通，电加热器EH再次通电工作。当水或食物的温度升至65℃以上时，保温热敏电阻R3的阻值减小（温度高于居里点），三极管VT1导通，双向晶闸管因门极无触发高电平而截止，电加热器EH再次断电。如此工作以维持水或食物的温度在65℃左右，实现保温功能。



二、元器件选择

R2、R3选用负温度系数的热敏电阻；R9选用1W的碳膜电阻；R1、R4~R8、R10~R12均选用1/4W的碳膜电阻或金属膜电阻；C4选用耐压值为400V以上的涤纶电容或CBB无感电容，C1~C3选用耐压值为25V的电解电容；VL选用Φ3mm或Φ5mm的高亮度发光二极管；VD4选用1W、9V的稳压二极管；VS1选用MCR100-6型的单向晶闸管；VS2选用3A、400V以上的双向晶闸管；VD1、VD2选用IN4007的整流二极管；VD3选用IN4148；VT1、VT2均选用S8050硅NPN型晶体管；IC可选用KD9300系列或W9300系列的音乐片；K1可选用9V的直流继电器。

安装说明：1.热敏电阻可以用耐热导线从印制电路板引出，直接或间接放在被检测处；2.元件在焊接前要先用万用表检查一下以提高制作成功率；3.安装所有元器件时，其文字、数值标记应布置在容易目视的方向上（标记向外、向上），以易于检查和维修。

业余音箱制作系列（3）

——倒相式音箱制作

文/乔小兵

前两期向大家介绍了障板式音箱和密闭式音箱。您是不是开始对DIY音箱有些兴趣了呢？这一期咱们就来说说目前市场上最为多见的音箱形式——倒相式音箱。

倒相式音箱的原理及特点

倒相式音箱就好比是在密闭式音箱上开了一个专门出低音的孔。这个孔实际上是一段管，从这个管中传出的基本上都是低音，所以可以看出倒相式音箱要比密闭式音箱的低频表现胜出一筹。而倒相式音箱最大的特点就是通过箱体与倒相管的配合，可以发出比扬声器单元所发出的最低音还要低的低音。这部分低音是来自倒相管内的谐振。

下面还有一个十分重要的问题，就是倒向孔（管）设在音箱的哪个位置更好的问题。一般的理论都认为只要不被堵起来，倒相孔可以设在任意的位置。但“任意的位置都可以”这个结论只是从倒相式音箱本身的工作原理来推出的，我们基本上都是在房间里听音乐，所以倒相孔设在不同的位置，与房间的墙壁产生反射关系就一定不同。我们的房间中最有害的反射是音箱后部墙角的反射。这种反射会把声音，尤其是低音搞得浑浊不清，

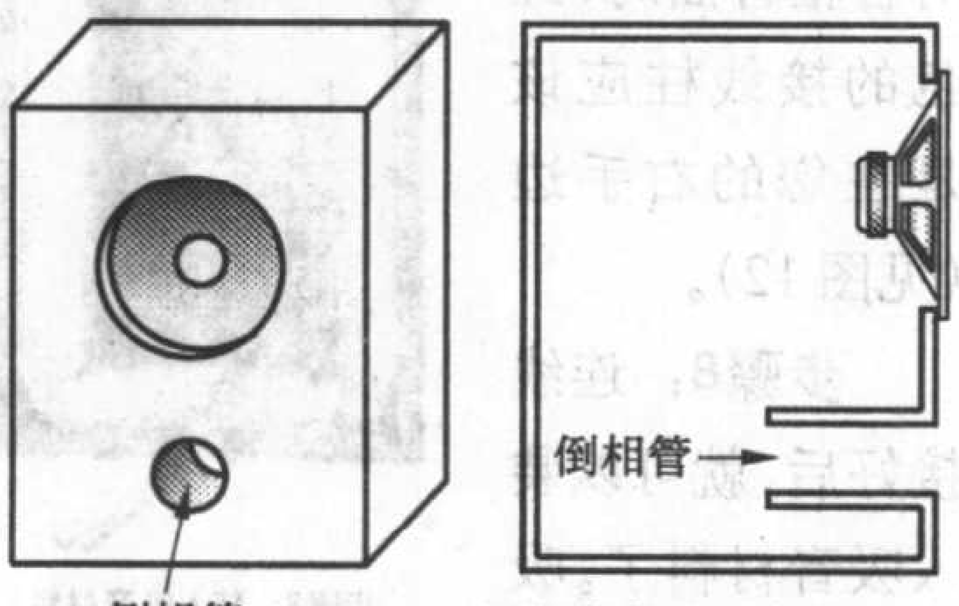


图1

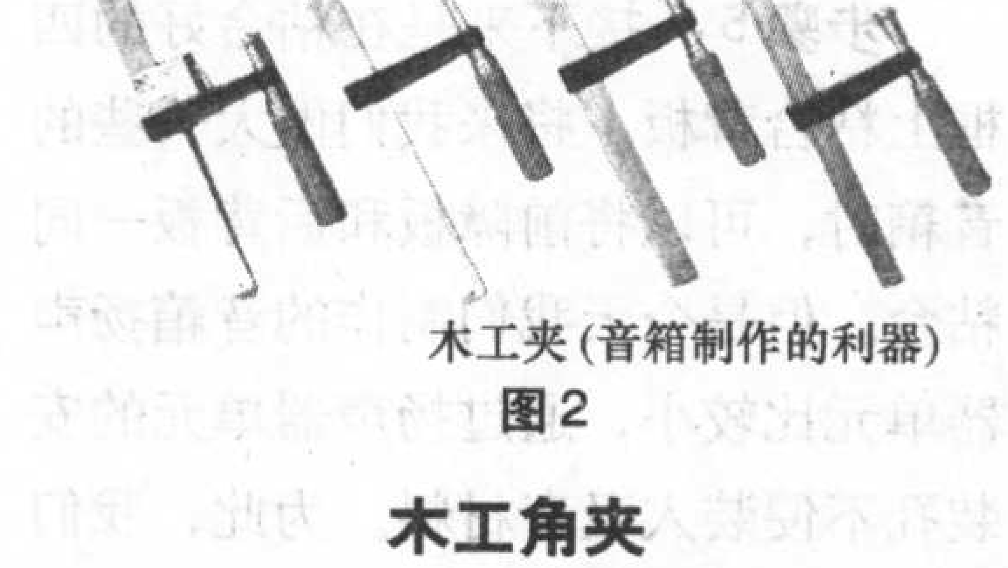
丢失原有的弹性。为了减少后部墙角的反射，倒相孔设在音箱的前障板上为最佳选择。即使您不自己动手制作音箱，也请您理解这个原则。它对您今后选择音箱会有一定的帮助（见图1）。

制作箱体的工具

前两期的音箱制作都是用纸箱板当做箱体的主要材料。这样做主要是为了让大家比较容易上手，这期我们的制作就要比前两次“专业”一点，我们要用多层板做音箱的材料。也可以说这就是“正式”的音箱箱体了。为了用木板做音箱，咱们还需要再添点新“设备”。

木工夹

木工夹在大一点的家居装修市场的工具柜台上都有售（见图2）。每只十几元，有各种规格的。我们目前的音箱制作是以书架箱为主，所以可以先选购30cm的。如果考虑到将来，也可以选购大一些的。最好一次就置办上四件，用起来很方便。


木工夹（音箱制作的利器）
图2

木工角夹

木工角夹是专门用来进行对角粘接的（见图3）。尤其是用板材来制作时，这种角夹实在是不可缺少的。别看它挺少见，价格并不是很贵。

材料

材料1：首先我们要做的是箱体选

木工用角夹
图3

材。这次要做的箱体并不大，所以可以选用9mm或12mm的多层板或中密度板。材料选好后，可以参考箱体下料图进行下料。如果您自己没有木工的基础，也可以请装修工人帮忙代做。（见图4、图5）

材料2：木工胶。因为要粘板材，所以一定要用胶。现在装修市场上有“牙膏袋”式的小包装木工粘补胶，用起来十分方便。

材料3：扬声器单元还是前两期所选用的W3-593SD，它是一款三英寸的全频带扬声器。

材料4：吸音材料。这一点和上次密闭式音箱制作时所用的相同。可以

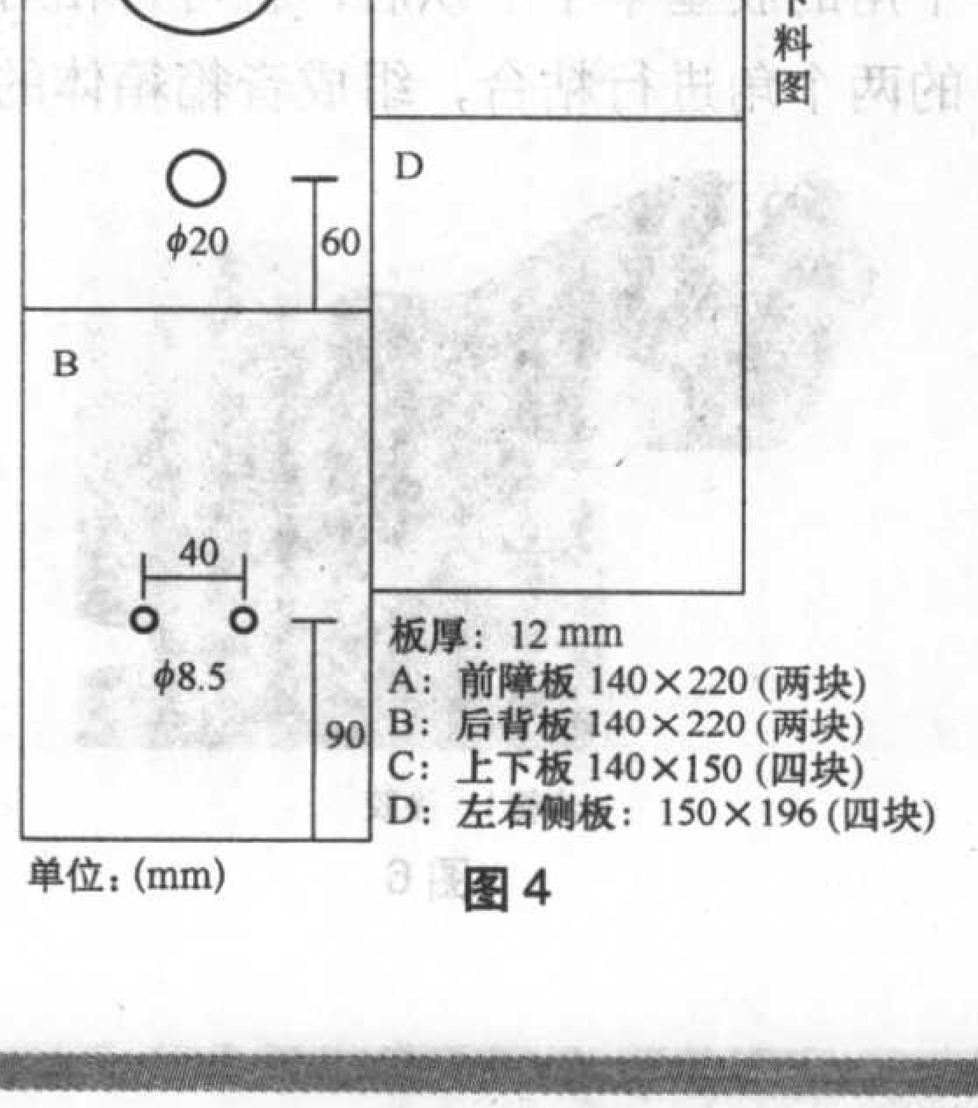


图4

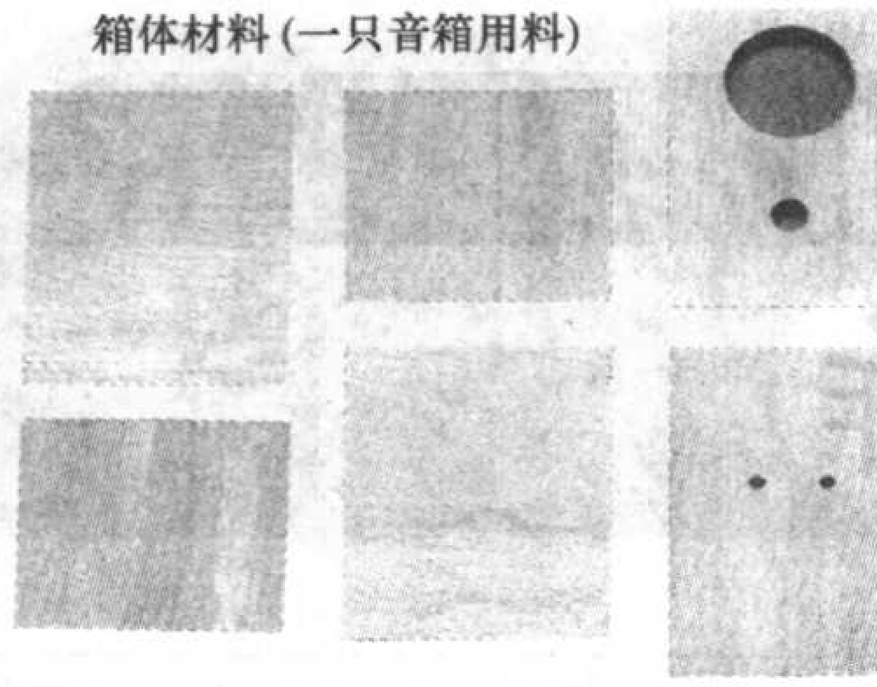


图5

选用海绵，厚度可以选20～40mm的。

材料5：音箱用接线柱。每只音箱用两只接线柱，一共要四只。

材料6：旧杂志封面。用这样厚一点的纸制作倒相管。

制作步骤

步骤1：首先我们要组装音箱箱体中的一个侧板与顶板或底板。粘合的顺序是按照“天地板要压左右，然后再把前后扣”来进行的。特别是天板压住左右板，最后再粘前后板的话，从前面的上方看去，只有两条缝隙，比较美观。

为了粘合这些板材，当然先要进行涂胶。由于我们选购了“牙膏袋”式的小包装木工粘补胶，涂起来就比较方便。在这里提醒大家的是不要涂得太多（见图6）。

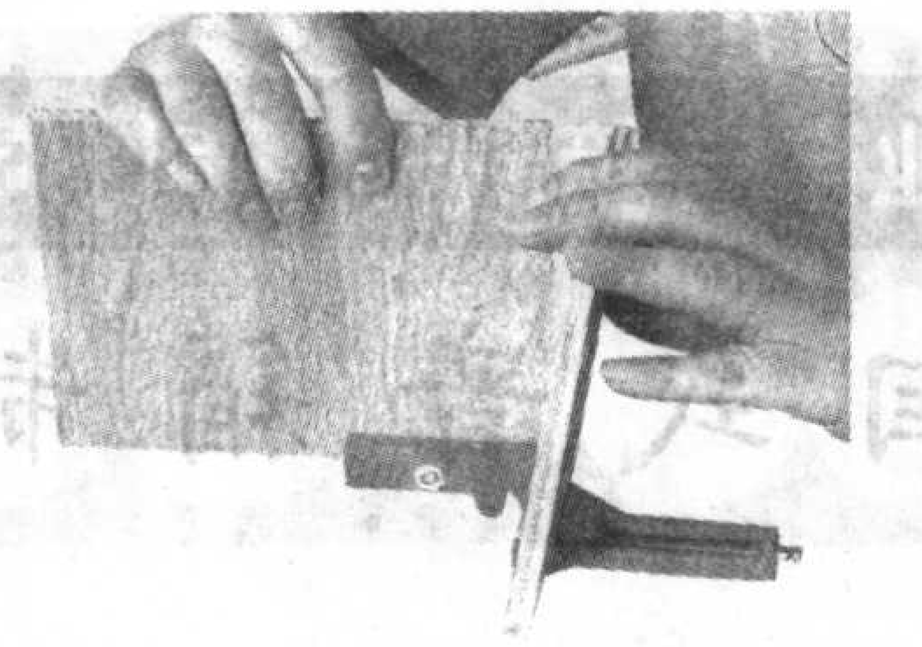
步骤2：将涂好胶的两块板用角夹固定。这里的小窍门是首先用角夹固定起来，然后用力压住另外一块的板材，最后再用力拧紧角夹（见图7）。

步骤3：按照步骤1、2再组装另外一个角（见图8）。

步骤4：当步骤2、3粘合好的两个角的胶基本干了以后，就可将相对的两个角进行粘合，组成音箱箱体的

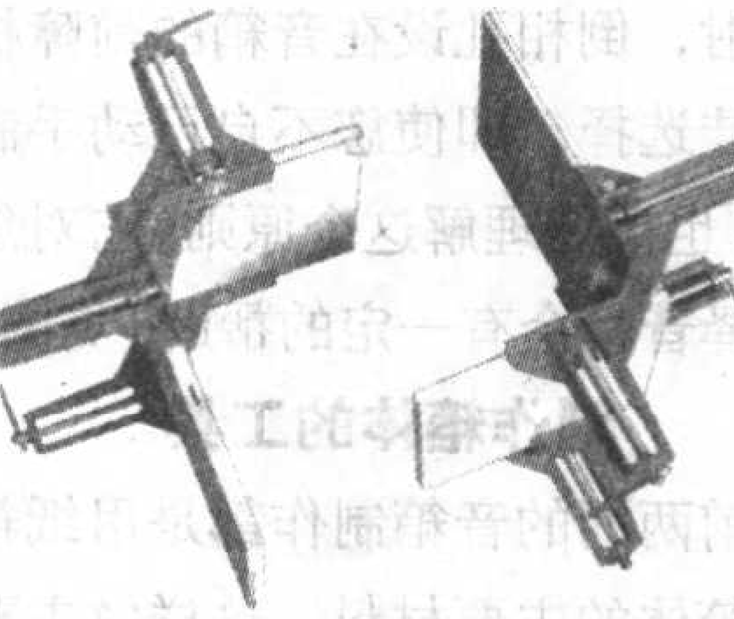
步骤1：涂胶

图6



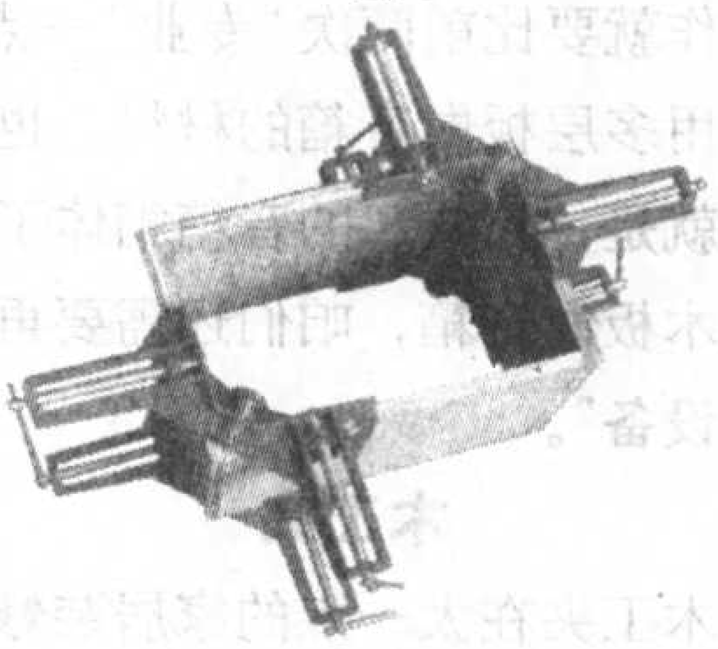
步骤2：对角粘

图7



步骤3：组装另外一个角

图8



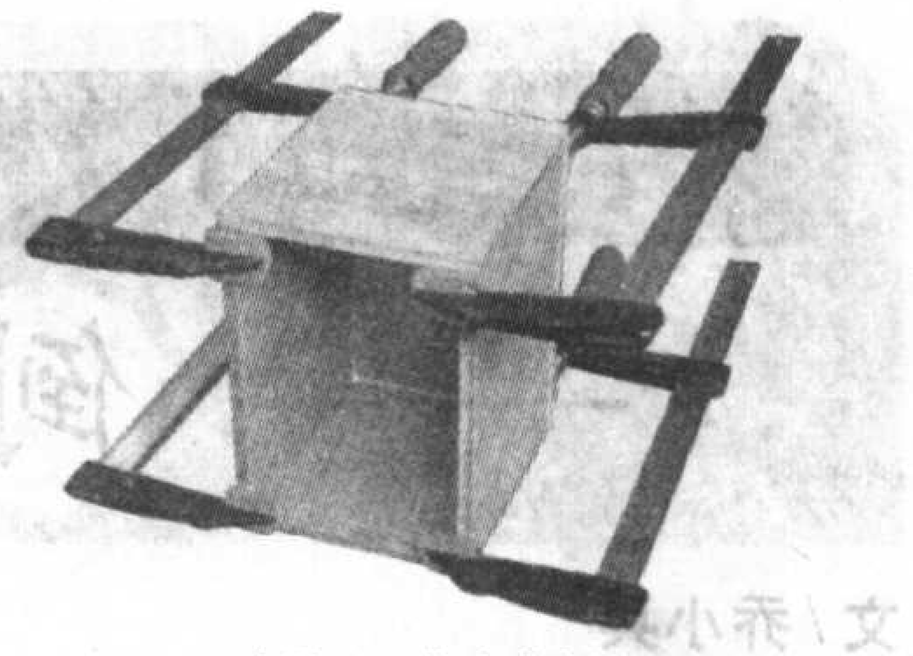
步骤4：组装箱体四框

图9

四框。一般的木工胶要等24小时才能真正干透，但是如果您想快点进行下一步的话，粘合后四五个小时就基本可以进行下一步的操作了。不过这时一定要轻轻地折下角夹，以免前功尽弃（见图9）。

步骤5：接下来是在粘合好的四框上粘合背板。将来我们做大一些的音箱时，可以将前障板和后背板一同粘合。但是今天我们制作的音箱扬声器单元比较小，通过扬声器单元的安装孔不便装入吸音材料。为此，我们只能分别粘合背板和前障板（见图10）。

步骤6：等到粘合背板的胶基本干后，我们就要安装接线柱。安装接线柱的同时，应当将音箱内的接线也同时安装好。安装接线的方式，最好

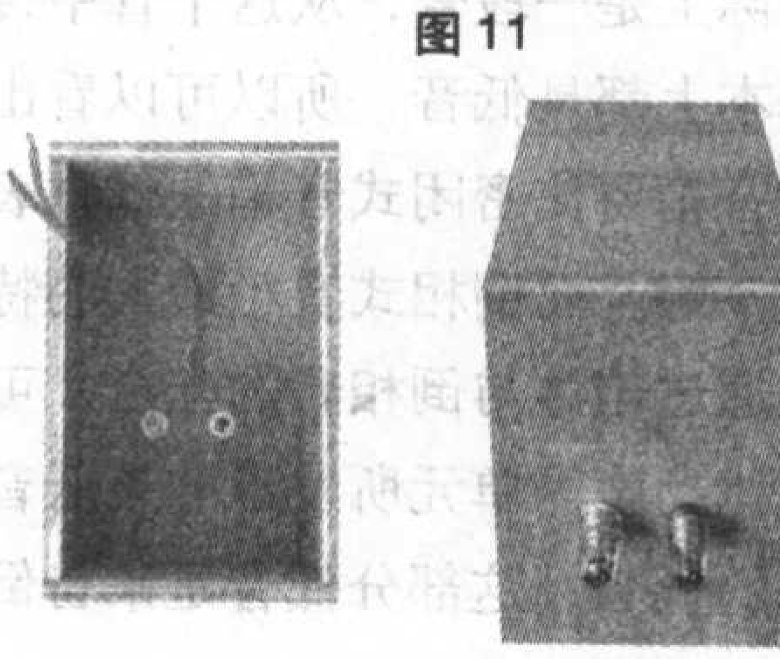


步骤5：粘合背板

图10

步骤6：准备箱内接线
最好是用压接方式联接接线柱

图11



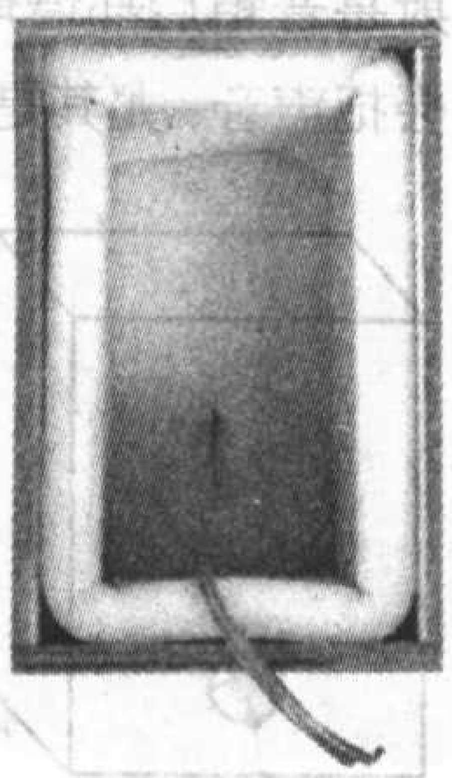
步骤7：安装接线柱
请注意：红色“+”极装在右边

图12

是用压接钳装好压片后固定在接线柱螺母下。这样做不会出现虚焊的问题。因为我们一般家里用的电烙铁都比较小，所以将接线直接焊在接线柱的话，经常会出现虚焊的现象。虚焊对音箱的声音会有非常大的影响（见图11）。

步骤7：接下来是安装接线柱。一般的音箱都是把“+”极的接线柱装在音箱背面的右侧。也就是说当您面对音箱背面时，红色的接线柱应该是在您的右手边（见图12）。

步骤8：连线接好后，就可以装入吸音材料了。吸音材料可以装在



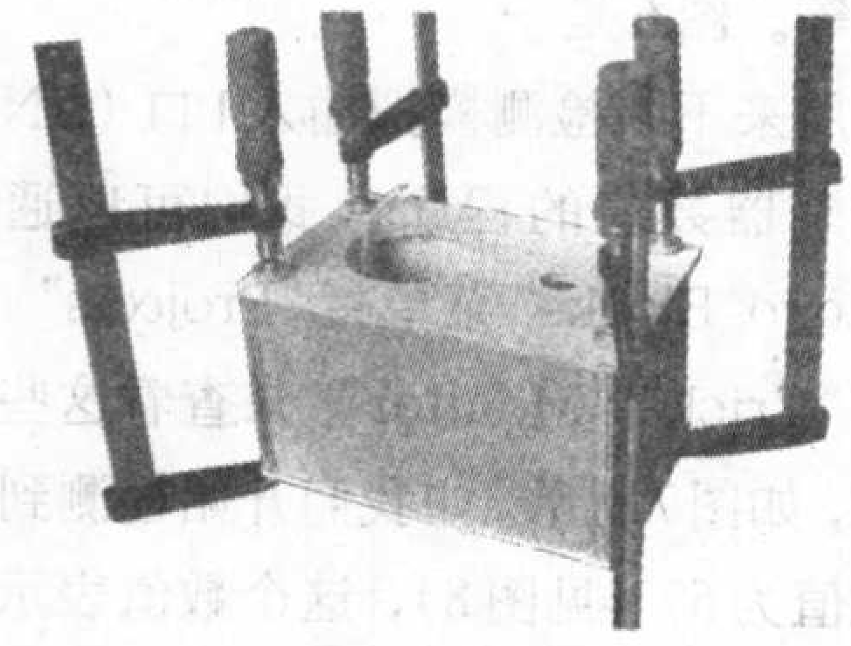
步骤8：装入吸音材料

图13

除前障板内侧外其他5个面内。如果您想在前障板的内面也贴上吸音材料的话，只贴下半部分就行了。而且一定注意，吸音材料不要堵了倒相孔（见图13）。

步骤9：粘合前障板。在这一步骤中需要注意的是前障板的上下方向。到现在为止，我们所粘合起来的箱体四框加背板，没有上下方向之分，但是粘合前障板时就有这个问题了。请注意，扬声器单元安装孔与接线柱的位置错开比较好。

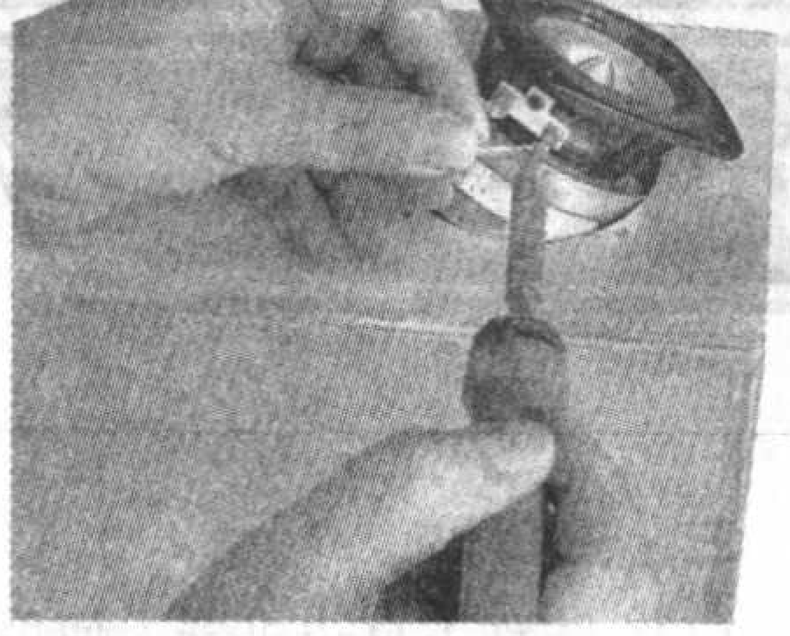
在这期的制作中，这个问题并不太重要。但是今后我们制作两分频以上的音箱时，会使用分频器。为了比较方便，经常有将分频器直接固定在音箱的接线柱上的做法。如果是这样的结构，扬声器单元与分频器就一定要错开，否则单元上的磁钢会对分频器造成一定的影响。为了今后您不会有所失误，从这期起咱们就应当有意识地形成这种习惯（见图14）。



步骤9：粘合前障板

图14

步骤10：当箱体的制作全部结束后，就可以安装扬声器了。首先是按照“+”、“−”极将一头安装在接线柱上的接线与扬声器单元焊好，然后用螺丝钉将扬声器单元固定在前障板上（见图15）。



步骤10：安装扬声器单元

图15

步骤11：制作倒相管。我们今天所用的单元口径比较小，所以倒相管的直径也就相对小一些。倒相管的直径尺寸是十分灵活的，没有一个法则来规定多大合适。从一般的概念上讲，倒相管的截面积在扬声器单元振膜面积的10%～25%都可以。建议您在一开始制作倒相式音箱时，可以把倒相管设计得小一些，这样可调整的余地更大。

我们可以用杂志封面那样稍微厚一点的纸裁成100mm、70mm和40mm三种宽度的纸条。然后用这些纸条卷成三种长度不同的纸筒。纸筒的外径与箱体前障板上的倒相孔相同（见图16）。

步骤11：制作长度各异倒相管

图16

步骤12：我们以前的制作，当音箱箱体制作结束后，就可以宣布大功告成了。可是今天的制作除了箱体外，还要对音箱进行调试。今后我们制作两分频以上的音箱时，最终调试可能会在音箱制作过程中占一半以上的工作量。您可知道，音箱的调试是最过瘾、最富有乐趣的过程。

我们这期所制作的这对音箱上可以进行调整部分主要就是倒相管。由于前障板上的倒相孔已经开好了，所以倒相管的直径是不可调整的，只能调整倒相管长度。

接下来就是把三种不同长度的倒相管插到倒相孔上，分别进行试听。当您从中选择出您认为最好的一个长度的倒相管后。再制作两种比这个长度长10mm和短10mm的倒相管。当这三种各相差10mm的倒相管准备好后，再进行试听。这样您就可以选出您最喜欢的一种倒相管。

从大的趋势上讲，倒相管长一些，低频可能会觉得清晰一些，但略有一点硬的感觉；反之倒相管比较短时，中低频会感觉比较丰富，更“热闹”一些。具体哪种声音更好，这就要看您的“口味”了。

在进行试听时，您不一定非得把倒相管完全插入到音箱箱体内。因为倒相管插在倒相孔上，管身留在箱体外也可以起到它的作用。这样试听比较方便。当然，最终的调整还是要以倒相管完全插入箱体内时的状态为准（见图17）。

最后的工程是箱体外的美观处理。您可以去汽车配件市场购一筒“自喷”式的油漆给箱体上装饰些色彩。也可以用砂纸将箱体表面打磨光滑，保留其原有的木质感（见图18）。

总而言之，音箱制作这种乐趣是在其他任何方式的娱乐中都不可能得到的。这次先到这里，下期咱们可以向更古老的后加载式音箱发起挑战。

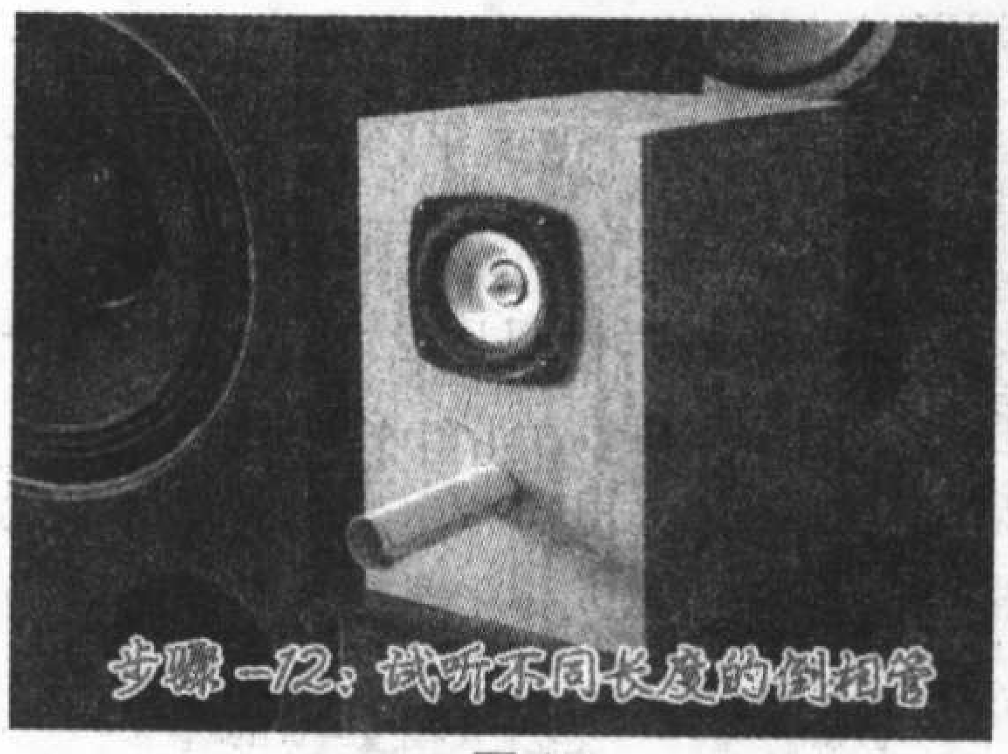


图17

图18

机器人“全运会”专栏

防跌下桌边机器人

文 / 王怀东

“乐智”机器人核心配件可以用来制作具有各种不同功能的机器人（如机器人追光爬行、机器人打鼓奏乐、机器人收集废金属等等）。每种机器人都可以用来参加不同的比赛。以后我们将陆续介绍各种机器人的安装和编程方法。

一、说明

将机器人平台放在一张白色桌子上，桌面上随意摆放一些障碍物，让机器人在桌子上自由行走，机器人会通过安装在前面的两个传感器自动检测前方是否有障碍物，当机器人接近障碍物时就会自动躲避，并且当机器人行走到桌子的边缘时会通过前方的传感器得知，这样机器人就可以做出转弯动作避免跌下桌面。试想一下，如果我们给机器人装上某种可以清扫的装置是否可以使用这个机器人来擦桌子？

二、所需器材

“乐智”	1个
SP-201（飞碟平台，见图1）	1个
ROA-6A（高抗干扰红外障碍检测器，见图2）	2个
ROA-5（单头红外障碍检测器，见图3）	1个

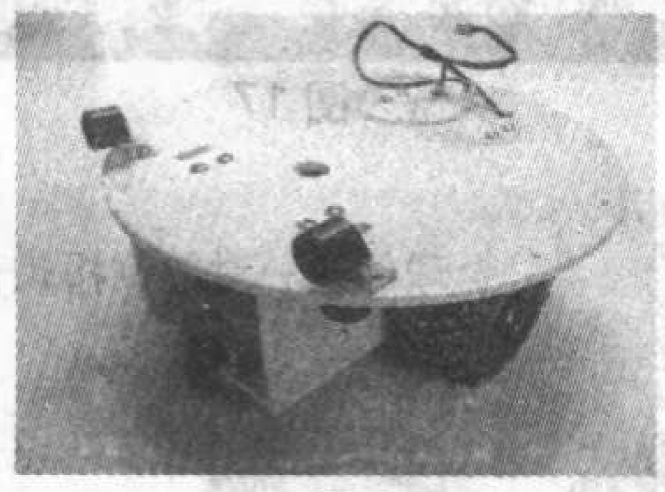


图1

图2

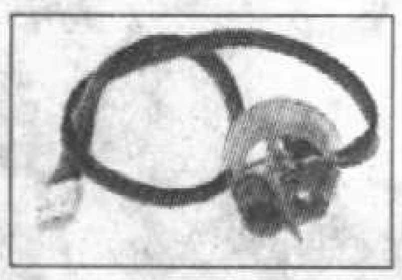


图3

三、安装

（1） 防跌下桌边机器人使用“乐智”配套的基本平台（飞碟平台），将“乐智”安装在SP-201机器人核心配件的前方中间位置；

（2） 将两个ROA-6A分别装在SP-201机器人核心配件的前方两侧的位置；

（3）将在左侧位置上的ROA-6A连接到“乐智”的数字输入DI0；

（4）将在右侧位置上的ROA-6A连接到“乐智”的数字输入DI1；

（5）将ROA-5装在SP-201机器人核心配件的前部；

（6） 将在SP-201机器人核心配件的前方中间位置的ROA-5插在“乐智”的模拟输入AN1插座。

四、程序

机器人行走时是利用两个ROA-6A来避障，左边的ROA-6A遇到障碍物时机器人就会右拐，同样右边的ROA-6A遇到障碍物时则会左拐。还有ROA-5是用来防止掉下桌面的，如果ROA-5遇到桌子的边沿时机器人则会转弯。

下面我们来详细分析一下它的程序。

1.首先我们要开启机器人的电机，让机器人匀速前进，如图4所示。开启a、b两个电机，a、b两个电机向前以4速前进。

2.条件判断，ROA-6A有一个红外线发射器、一个红外线接收器、一个可调整红外线发射长度的可调旋钮。当红外线发射器发射的红外线遇到障碍物会反弹给红外线接收器，这时机器人会收到一个信号，这时我们就可以让机器人做出相应的动作，此传感器的优点是抗干扰能力强。我们不要忘记加入loop循环指令，因为我们需要机器人重复的做检测工作。

图4

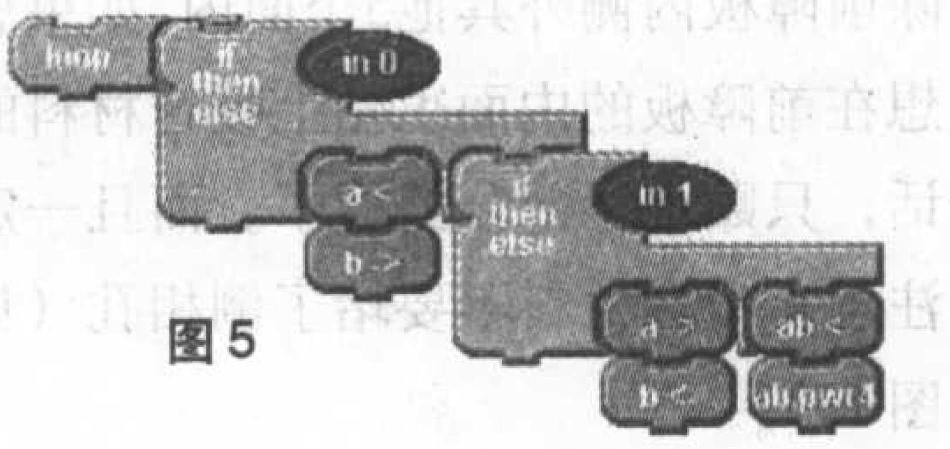


图5

3.最后是做检测桌边的工作，机器人是使用ROA-5（单头红外障碍检测器）对桌面进行检测的，ROA-5有一个红外线发射器和一个红外线接收器，当我们将传感器安装在机器人身上后，红外线发射器发射的红外线遇到桌面反弹给红外线接收器，这时机器人会收到一个数值，这个数值是不固定的，影响它的因素很多，如桌面的颜色、阳光等。图6是一个用来不断检测模拟输入1口（AN1）传感器数值的程序。我们可以通过“Logo Blocks”菜单栏“Projects” 下的“Cricket Monitor” 来查看这些数值，如图7所示。如我们开始检测到的数值为57（见图8），这个数值表示机器人在桌面上，如果大于这个数值则表示传感器在桌面以外，所以ROA-5要安装在机器人的外面，这样才能保证当传感器接收到数值后机器人有足够的时间做出反应。程序如图9所示，“When” 指令是一个背景工作指令，当机器人在行走或躲避障

图6

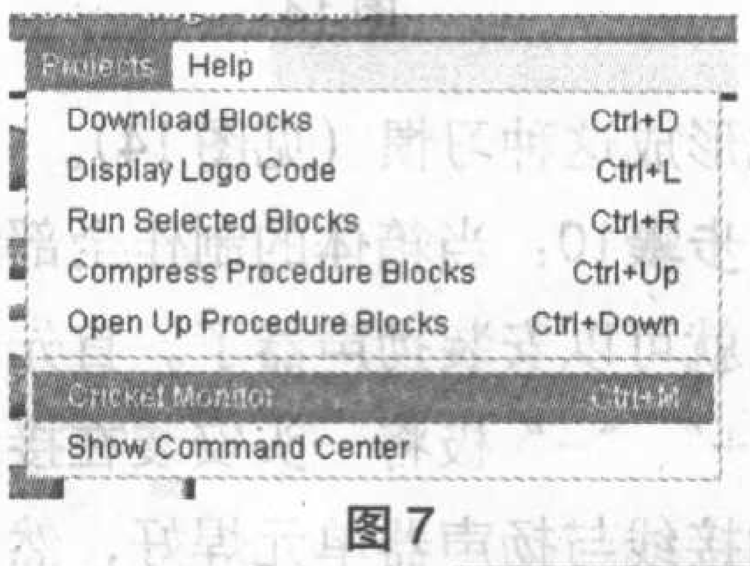


图7

图8

机电互补式窗帘自动开闭电路

文 / 张广森

笔者设计了一种机械与电子互补的窗帘自动开闭电路。这个电路（图1）具有简洁、可靠的优点。

电路原理：将时基电路A接成施密特触发器形式，当天色将晚，光线变暗，A的2、6脚上的电压升至电源电压的2/3以上时，3脚输出为低电平，这时VT1、VT2导通，电流沿电源正→S_{0-1}→VT2、VT1→VD1→S_{0-2}→电源负（地）流动，电机顺向转动将窗帘拉合，如图2所示。当窗帘刚好拉合时，拉绳的一个打结点1将S拨至1、4位，这时虽然VT1、VT2还因正向偏置而导通，但因S的拨转使VT1、VT2被加上了反向电压而无法导通。待天明以后，Rt阻值变小，A的2、6脚电压降至电源电压的1/3以下时，电路翻转，3脚输出跳变为高电平，这时电流沿电源正→M→VD2→VT4、VT3→S_{0-1}→电源负（地）流动，构成回路。这时电机反转窗帘拉开，当窗帘刚好拉开时。拉绳的另一结点2将S又反拨回原来的2、3位置。同样，虽然VT3、VT4还是正偏，但S又使VT3、VT4加上反向电压而不能导通，此后再次重复以上过程。整个电路装置每天工作两次耗电时间总共不足1分钟，其余时间都处于待命状态，待命时几乎不耗电。

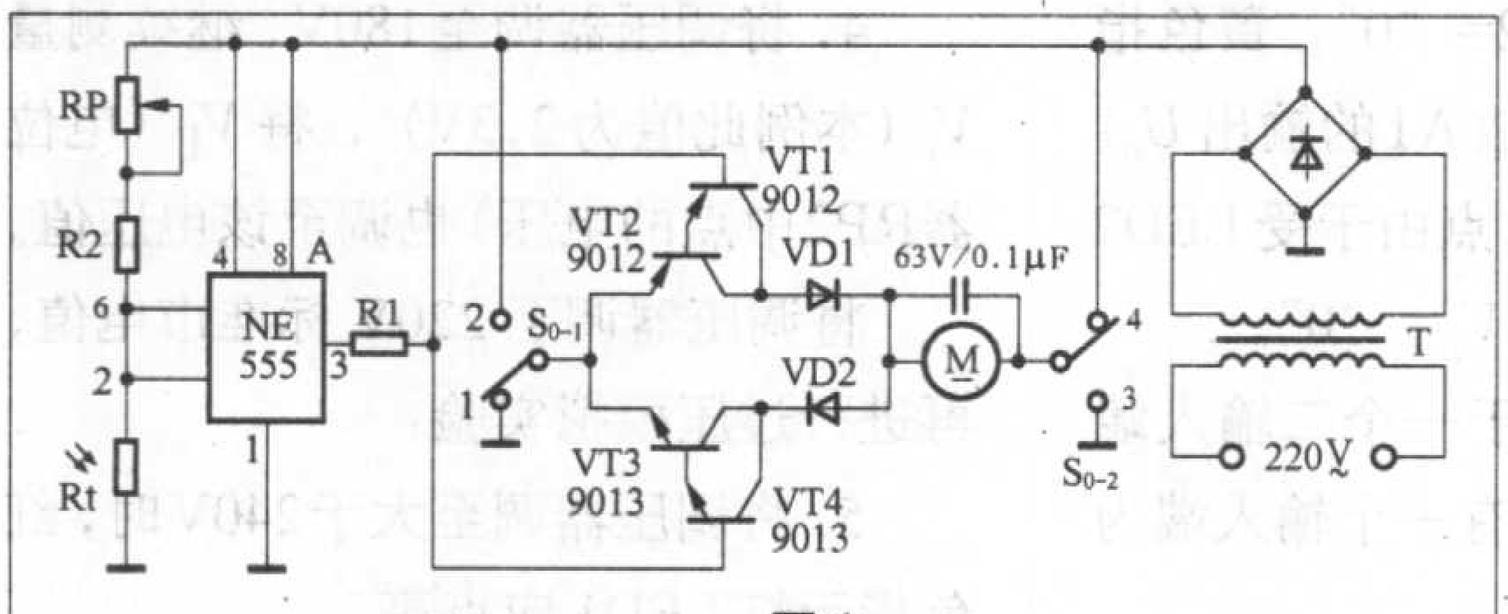


图1

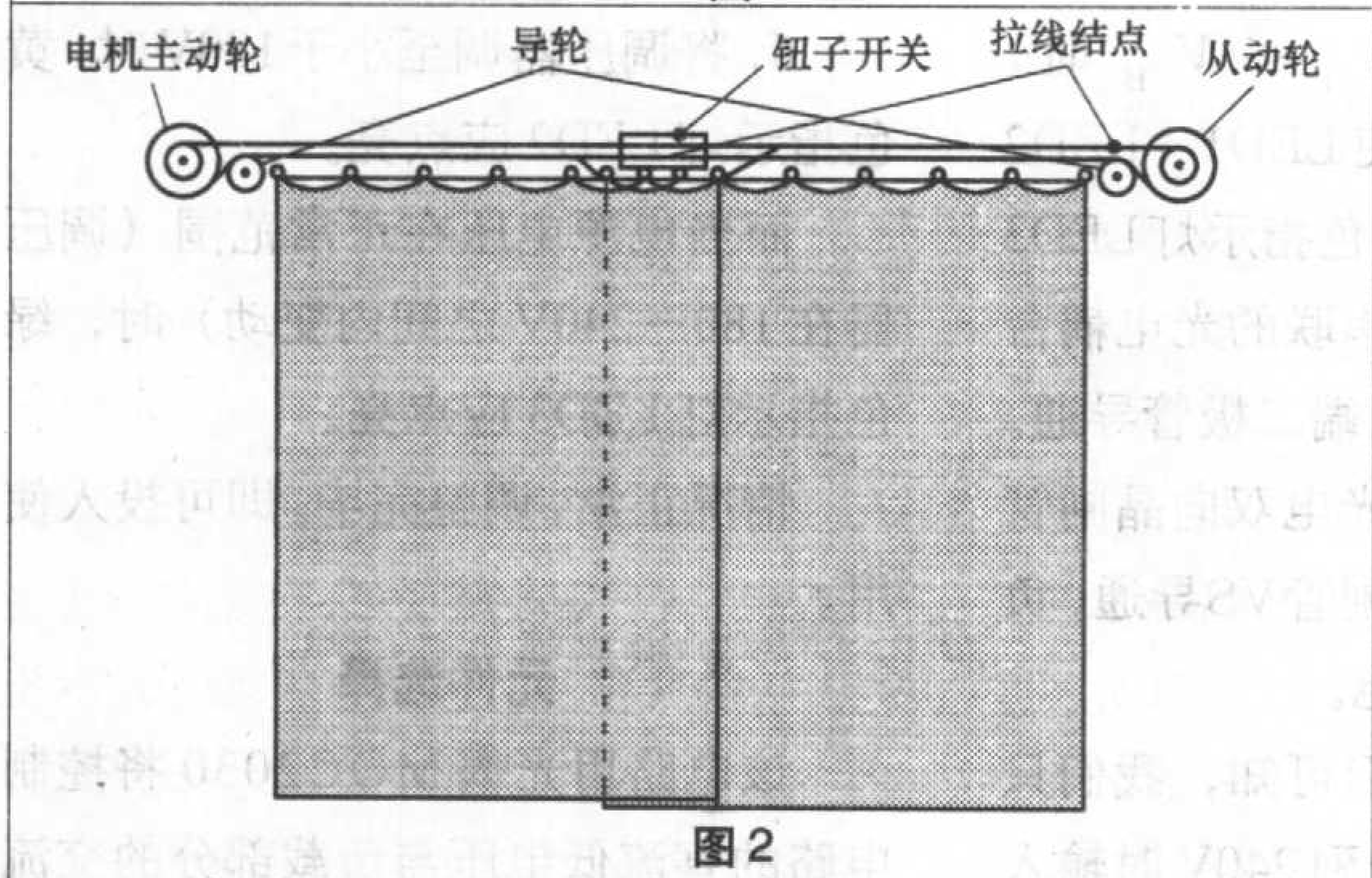


图2

元器件选择：电路中A为NE555时基电路（可用任意型号），Rt为光敏电阻，R1为晶体管VT1～VT4的公共偏置电阻，VD1、VD2为隔离定向二极管，M为自带变速系统的直流电机（郑州东明电子有售，品种齐全），S为钮子型双刀双掷开关。必要的参数已在图中注明。

安装：本电路只要安装合理，调试非常简单，通过调整RP只要调整合适光线的明暗度即可。窗帘分为两片，设计成拉幕式，每片窗帘的上边沿用针线缝置数个钢丝环，拉合时由两边向中间，拉开时由中间向两边。如图2所示。对钮子开关，需要做一点儿改进，将原来的钮柄拔下，用废旧牙刷

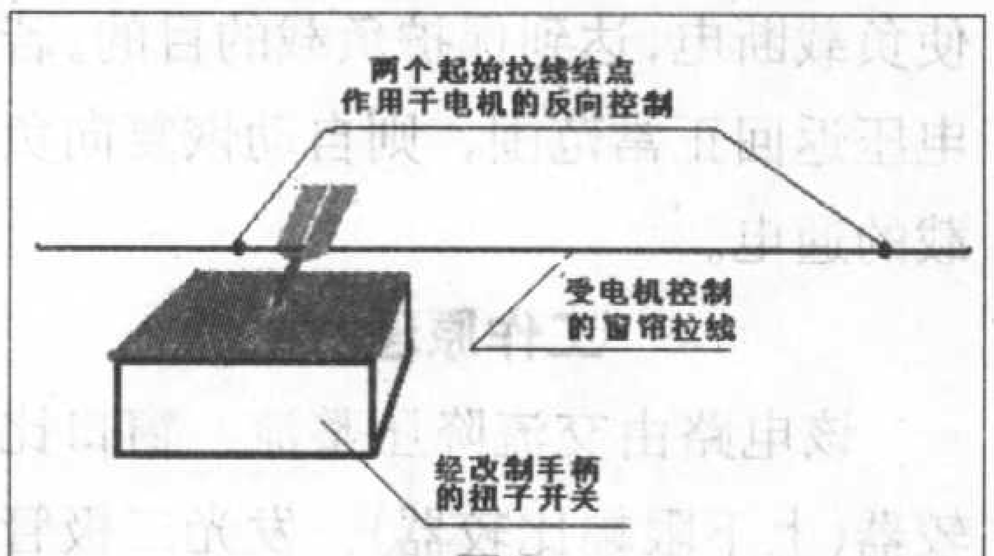


图3

柄加工一个"Y"形的钮柄打孔推入钮柄芯。如图3所示。钮子开关的安装位置是最关键的，试好位置嵌装于窗框上。让改制的钮柄的凹口处于两个拉绳节点之间，即为最后装好。

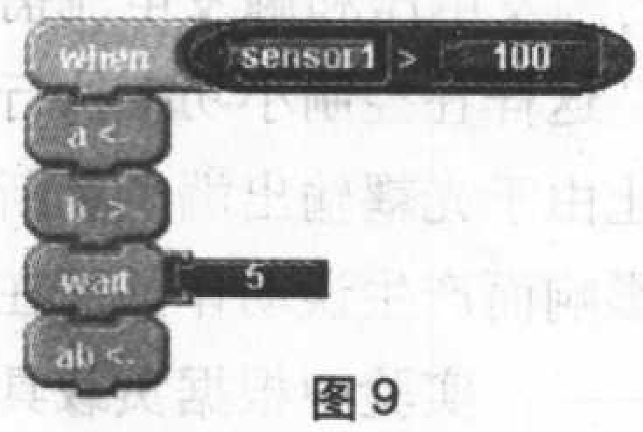


图9

碍物的时候都有可能走到桌边，这时使用背景工作指令，当条件成立（模拟输入1口的数值大于100）时就执行转弯动作0.5s，然后继续前进。

4.完整程序如图10所示，实物如图11所示。

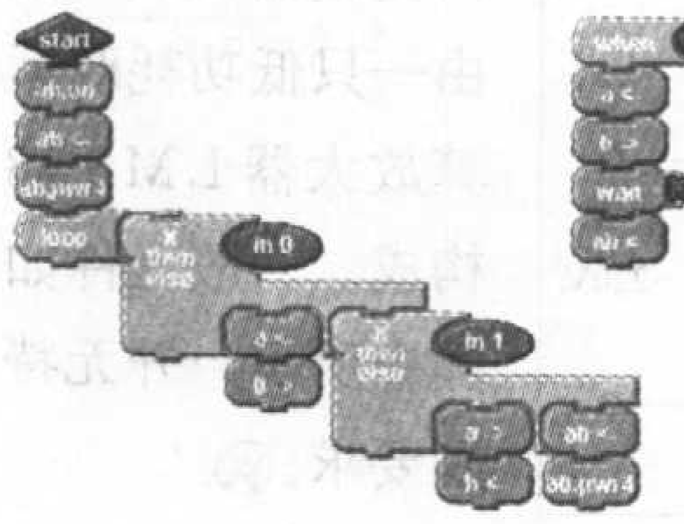


图10

五、操作

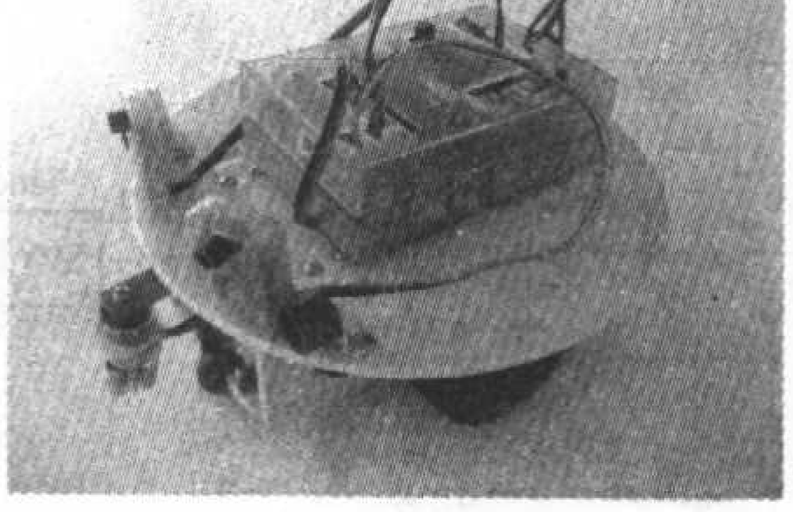


图11

将下载好程序的机器人放在桌面上，启动机器人后，机器人就会自动行走及可以避障和避免掉下。

六、注意事项

接好各接线，机器人的速度不宜过快。

编者注：本刊读者服务部可为您代购防跌下桌边机器人，每套邮购价980元。汇款地址：北京市南区崇文区夕照寺街14号A座《无线电》杂志社读者服务部，邮编：100061。汇款时请注明您的电话。

交流电源过压、欠压的指示与保护

文/解永勃

交流电源电压如果超过正常范围，无论是过高还是过低时，都会对用电设备带来不利影响，甚至于造成损坏。而为了避免这些现象，采用一些简单实用又可靠的电路，即能解决问题。

此电路在交流市电180～240V范围内时，正常接通负载，绿色指示灯点亮。而当电压过高(＞240V)或过低(＜180V)时，相应红色指示灯或黄色指示灯点亮示警，同时切断电子开关，使负载断电，达到保护负载的目的。若电压返回正常范围，则自动恢复向负载的通电。

工作原理

该电路由交流降压整流、窗口比较器(上下限幅比较器)、发光二极管指示以及双向晶闸管输出等部分组成。

交流市电220V经变压器T降压和二极管桥式整流，电容滤波输出约10V的直流电压，为取样电压检测电路供电，同时经三端集成稳压器LM7805输出5V的稳定工作电压。

窗口比较器具有检测输入电压V_i是否在两个给定电压之间的功能，当输入电压V_i在比较基准电压的不同范围时，其输出状况不同。我们设定V_H和V_L分别为比较器的两个阈值电压，且$V_H > V_L$。当输入电压V_i大于V_H时，必然大于V_L，所以运放A1的输出$U_0 1$=“0”，红色指示灯LED1点亮。运放A2的输出$U_0 2$虽为“1”电平，但B点由于受LED1的导通所限幅，仍使V_B=“0”。

当V_i小于V_L时，必然小于V_H，所以运放A2的输出$U_0 2$=“0”，黄色指示灯LED2点亮。运放A1的输出$U_0 1$虽为“1”电平，但B点由于受LED2的导通所限幅，仍使V_B=“0”。

可见，B点相当于一个二输入端“与门”的输出，只要有一个输入端为“0”，则V_B=“0”。

只有当$V_L < V_i < V_H$时，$U_0 1 = U_0 2$=“1”，才使LED1、LED2均截止，V_B=“1”，绿色指示灯LED3点亮；同时也使与其串联的光电耦合器MOC2030内部输入端二极管导通。于是，触发输出端的光电双向晶闸管去驱动外接的双向晶闸管VS导通，负载RL则得到交流市电。

从以上分析的情形可知，我们只需将V_H设定为电源升到240V时输入电压的等效取样值，将V_L设定为电源降到180V时输入电压的等效取样值，即能随时将电源的状况通过输入电压V_i进行监控，来完成上述的预定功能。

电路调整

负载RL部分先不必与电源连接，待电路调整好后再进行连接。

1．用调压器向变压器初级供电，并调至标准值220V。

2．将V_i(电位器RP0中点的电压)调至3V，设置其为取样电压的基准值。基准值的设定只要不过小(不利于取样比较)或者过大(超过共模电压输入范围时，运放则失去比较功能)即可，这里设为3V。

3．将调压器调至240V，继续测量V_i(本例此值为3.3V)，将V_H(电位器RP1中点的电压)也调至该电压值。

4．将调压器调至180V，继续测量V_i(本例此值为2.3V)，将V_L(电位器RP2中点的电压)也调至该电压值。

将调压器调至220V标准市电值，再进行过压模拟实验：

5．将调压器调至大于240V时，红色指示灯LED1应点亮。

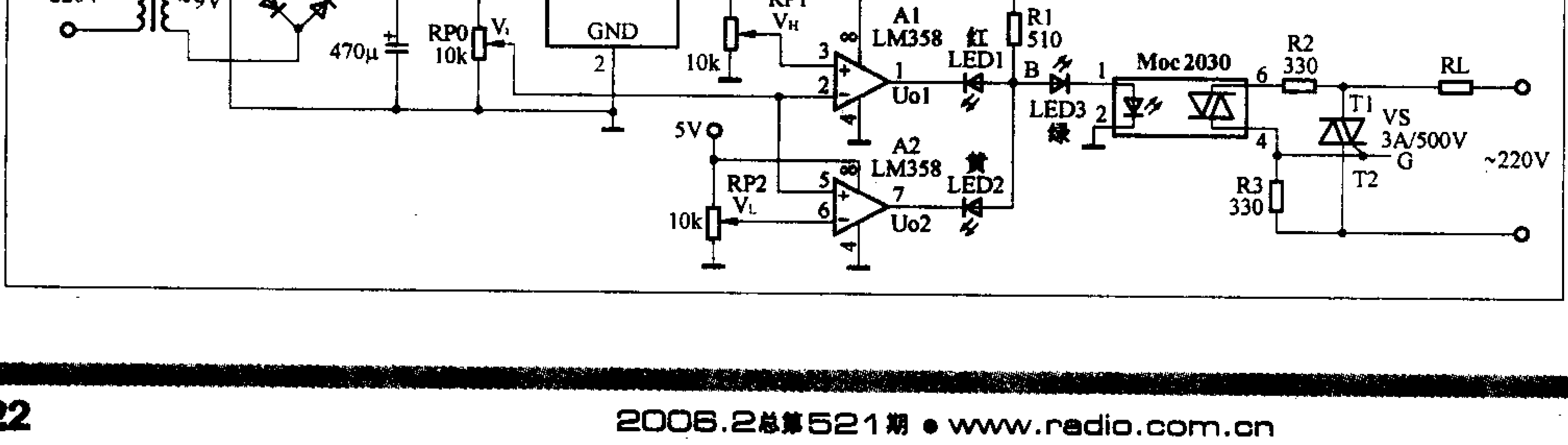
6．将调压器调至小于180V时，黄色指示灯LED2应点亮。

而当电源电压在正常范围(调压器在180～240V之间内变动)时，绿色指示灯LED3应点亮。

情况正常，调整完毕，即可投入使用。

元件选择

该电路用光耦MOC2030将控制电路的直流低电压与负载部分的交流市电隔离开来，既安全又方便。双向晶闸管VS的触发电压和触发电流需适当大一点，这样在控制小功率执行器时，可防止由于光耦输出端少量断态漏电流的影响而产生误动作，可在实验中根据负载具体情况来选取。窗口比较器A1、A2由一只低功耗双运算放大器LM358构成。一般元件如图中所示，并无特别要求。



伸缩门控制器

文/周　军

许多单位的大门采用了不锈钢伸缩门，其控制部分的形式很多。本文介绍采用几块数模集成电路制作的伸缩门控制器，在实际使用中，动作可靠、稳定。整个控制器由开、关、停的信号控制及保护电路和驱动电路三部分组成。原理图见附图。

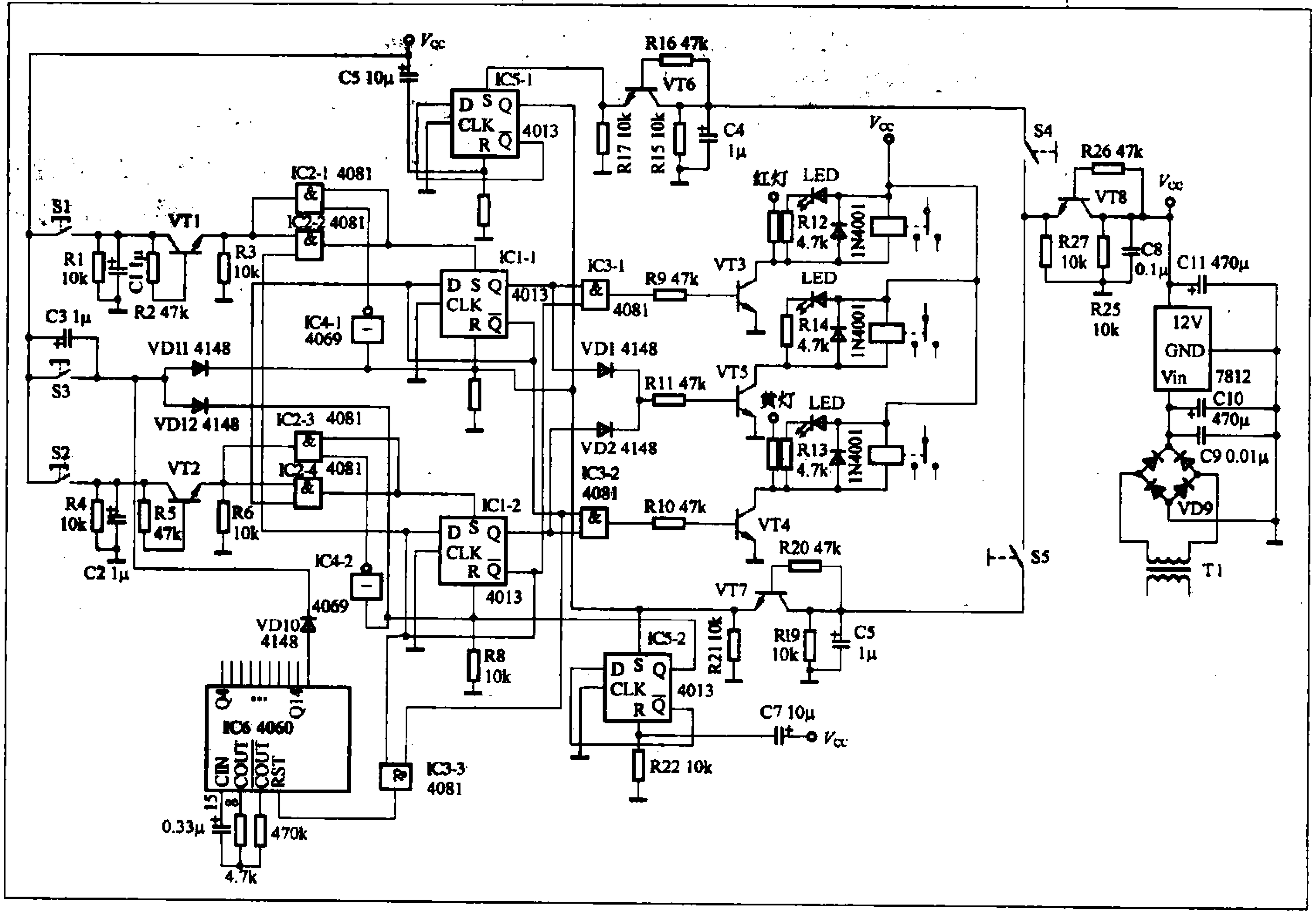
一、开、关、停控制

伸缩门的开、关、停是通过D触发器CD4013接成双稳态电路来控制的。刚开机时，电源通过电容C3和二极管VD11作用于IC1–1的R端，使IC1–1置“0”，即Q为“0”。开门时，按下开关S1，使IC1–1的S端为“1”，电路翻转，这时Q为“1”，输出高电平经驱动电路，把门打开。当按下开关S3时高电平通过二极管VD11到IC1–1的R端，电路置“0”，即IC1–1的Q端为“0”，经驱动电路使电机停止。

为使操作稳定可靠，防止发生误触发，这里加进了三种附加电路：(1) R1、C1和VT1，C4、R15和VT6，C8、R25和VT8组成的三组电子滤波器，防止开关按动时的抖动和网络干扰。(2)当门开到指定位置时，干簧继电器S4吸合，输出的高电平经电子滤波器到达IC5–1的S端，使IC5–1翻转，其输出的Q端高电平作用于IC1–1的R端，使IC1–1复位置“0”，IC1–1的Q端为“0”，经驱动电路关闭电机电源，同时IC5–1的Q端高电平经与非门IC4–1，使IC2–1输出为“0”，这样开门开关S1就失去了作用。即当门开到指定位置后，再按开门开关S1，就不能再使伸缩门动作，避免了门的损坏。(3)在IC1–1的Q输出和驱动电路的输入端间还装有与门IC3–1，其作用是只有当关门动作不在进行时，IC1–1的输出才有效，也就是说同一时间伸缩门只有开或关一个动作，这样就保证了动作的可靠性。关门的信号传送和控制过程与开门过程相近。

二、保护电路

为保证强电部分运行的安全，本电路设计了两组保护：(1) 双输入与门IC2–2一端接IC1–2的D端，目的是只有当D为“1”时(即IC1–2的Q输出为“0”)，S1按下才有效，才能使IC1–1翻转，防止IC1–2正在关门动作时，又按了S1开门，把三相交流电又加到电机上，造成交流短路。(2) 针对电机的安全，在电路中装置了定时电路，如按正常情况下1分钟门即可开到指定位置，那么定时时间也定在1分钟，从开和关启动时IC1–1和IC1–2的Q反端输出的信号，由与门混合后送至IC6（CD4060）的R端作为计时启动信号，在Q14输出的延时后信号作为系统的停止信号，这样可避免因意外造成电机连续转动而损坏伸缩门。



三、驱动电路

驱动电路主要由VT3、VT4、VT5及中间继电器组成。前面输出的开和关信号由VT3、VT4带动中间继电器，再驱动电机的三相继电器，使伸缩门进行开或关动作。开关信号同时经VD1、VD2组成的或门后由VT5控制中间继电器动作，带动警灯或发出开或关的警示信号。

业余音箱制作系列（4）

——做一对少见的音箱

文 / 乔小兵

上期向大家介绍了常见的倒相式音箱的制作，不知您是不是对它有了一定的认识。倒相式音箱之所以是常见的，其中有一个原因是它的制作成本相对较低，而且成功率又较高，而我们这些音箱DIY一族难道就仅限于此吗？结论是“No”。本期制作向您介绍一种目前市场上几乎见不到的音箱类型——推挽式音箱。

所谓推挽式音箱，其结构如图1所示。它是由两只单元相互“推拉”，以达到提高效率、增强低频和降低低频下限的目的。据说这种音箱是美国奥尔森先生于1950年最早提出的。它是将两只扬声器单元相对而置，主要用于低频单元，所以被称为复合低频扬声器系统（英文是：“Compound Woofer System”）。

图1

本期向大家介绍的这种音箱，前障板上装的是一只全频带单元，而后部分安装的是承担低音的“低音单元”。所以它与复合低频扬声器系统多少有一点不同。其实只是在两只单元之间增加了一个推挽传动箱，目的是完全一致的。

这种系统中的两个扬声器单元是并联的，但是很重要的一点就是这两只单元的正负极是相交叉连接的。这样相连接的两只扬声器单元在接到功放输出的信号后，振膜就会向同一方向运动。

由于这种箱体与一般倒相式音箱的箱体出入不是很大，但制作上又需要一定的木工基础，所以本文仅提供箱体的制作图纸，请具备制作箱体条件的朋友们按照图纸进行制作。也可将图纸交给木工师傅代做。

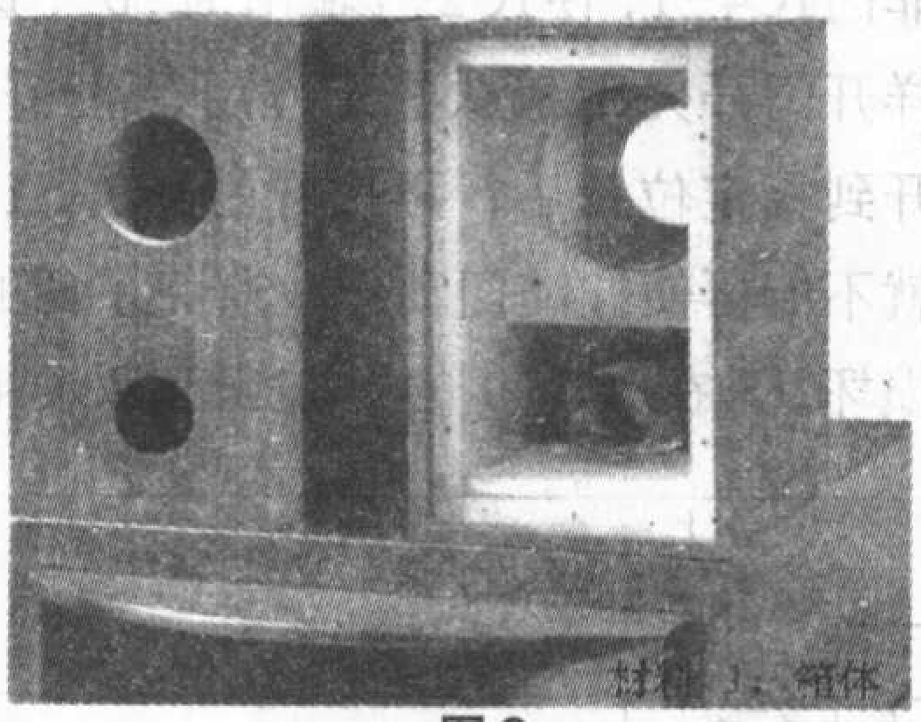


图2

材料

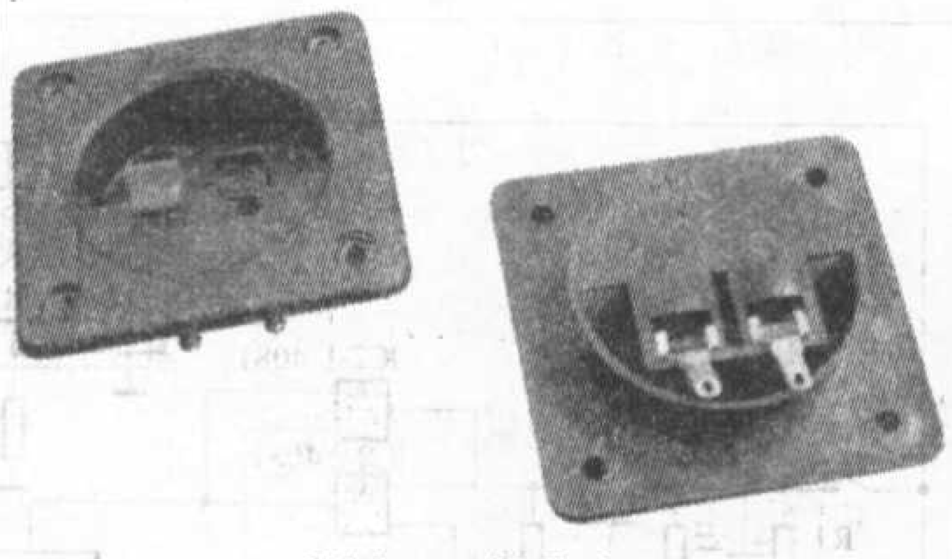
材料1：推挽式音箱箱体一对（见图2）。音箱箱体图见图3。

材料 2：3英寸全频带扬声器单元

图4

材料 3：145单元做推挽内藏低音

图5



材料 4：接线盒

图6

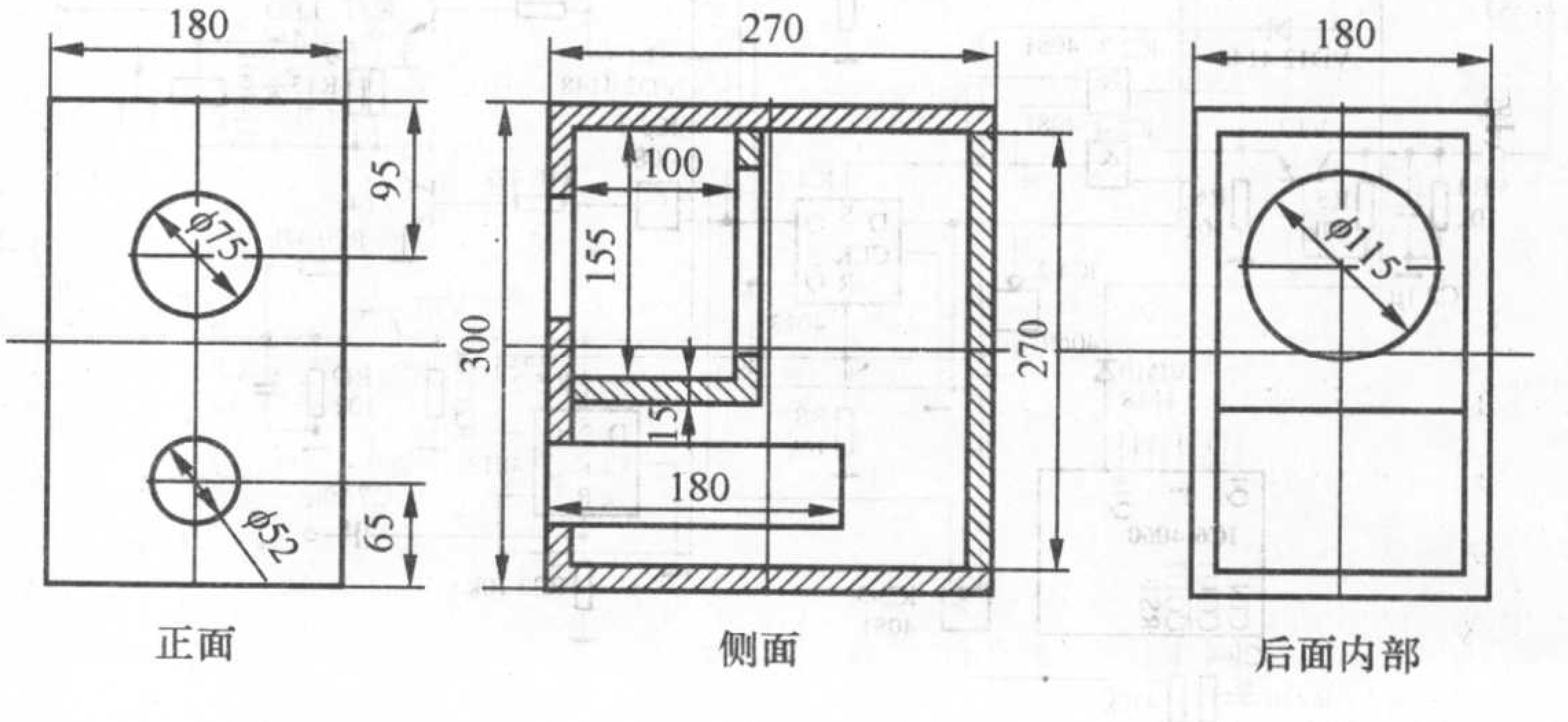


图3

单位：mm

常用集成功放识图技巧

文 / 何海滨

常用集成功放外围电路简单，保护功能强大，功率足够。因此普遍应用在录放音机、彩电，多媒体音响、汽车音响中。正确识别该类电路特点，是电子维修人员的一项基本功。

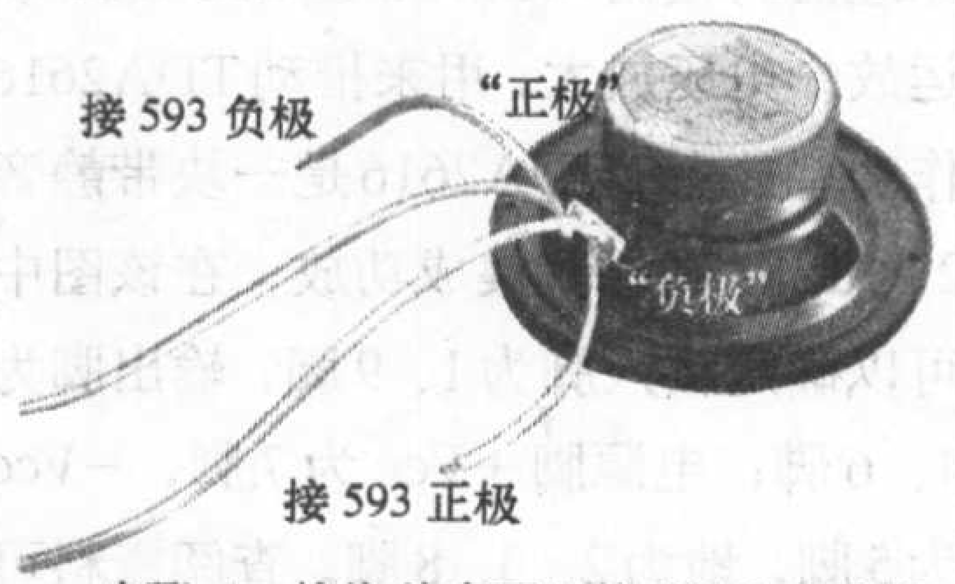
一、把握好供电与地脚

所有的集成电路都有供电脚与地脚，在集成功放电路中，地脚一般有特殊的标志符号(如图1所示的接地符号)。单电源供电脚一般为电压最高的引脚，通常该脚与地间有一大的滤波电容。如图2中的电容C8，图3中的电容C10。双电源供电有两个供电脚，电压最高的引脚和电压最低的引脚。相应有两个大的滤波电容分别与供电和地间连接，在印制板上这两个滤波电容一般排列在一起，体积较大，耐压也较高，较易识别。如图1中的C13，C14。找到这两个电容就能找到集成功放供电脚。

二、把握好输入与输出脚

一般信号的输入是通过一个1μF/50V的耦合电容与集成功放电路输入脚连接，如图1中C9，C10；图2中的C5，C6，C7；图3中的C1。集成功放输入大多采用差动输入，有同相端（+）和反相端（-）两个端子。所以一个单声道放大器有两个输入脚，一个作为输入，另一脚作为反馈脚。如图2中1、2、17脚构成差动放大器，2为同相输入端，1为反相输入端。输出脚一般通过一个大的输出耦合电容（至少220μF/50V）与扬声器连接。如图1中的C15、C16；图2中的C9、C10、C11。一般功放是双声道的，有两个输入和两个输出脚。在印制电路板上找到输入、输出电容即可找到输入、输出脚。

三、把握好音量控制脚、静音脚和



步骤 1：接线 注意两只单元极性交叉接

图7

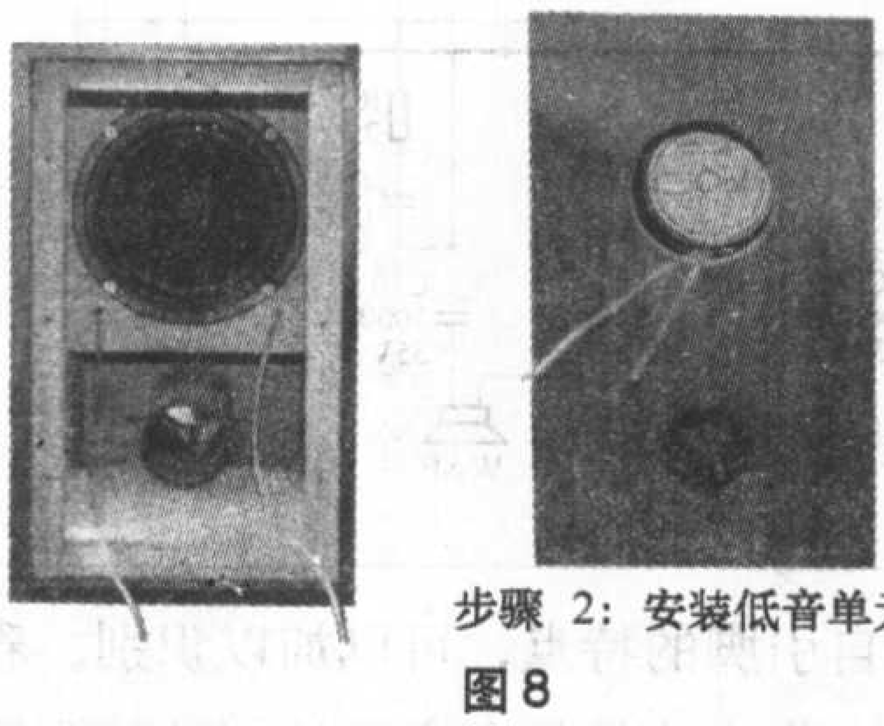

步骤 2：安装低音单元

图8

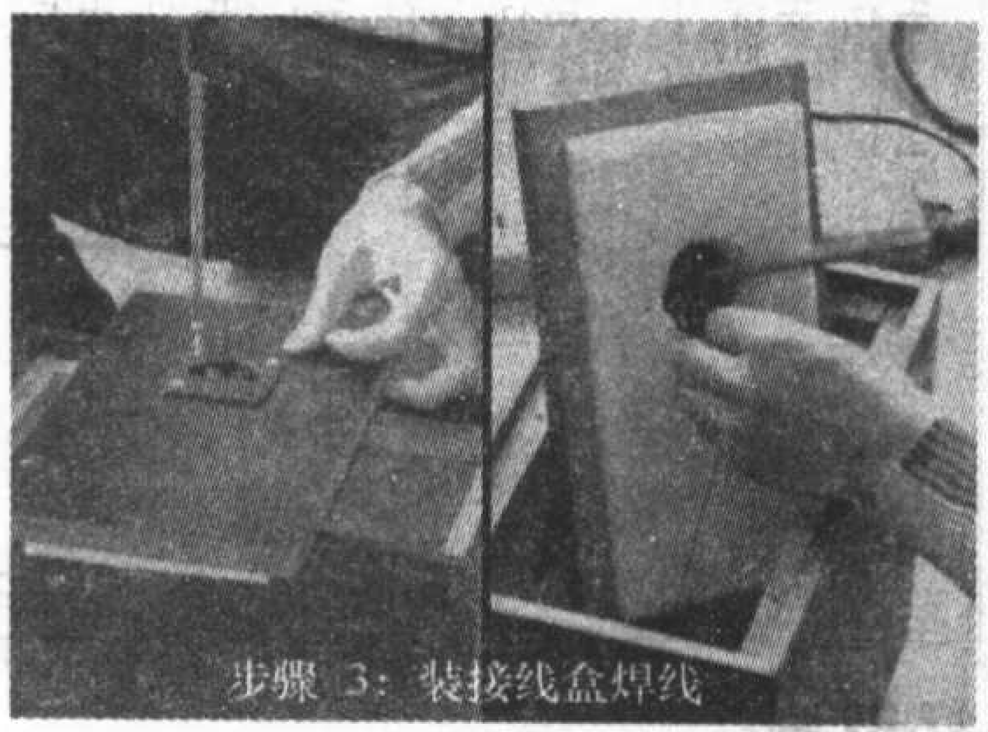

步骤 3：装接线盒焊线

图9

制作结束客厅中又多了一个新成员

图10

材料2：扬声器单元还是前几期所选用的W3-593SD（见图4）。

材料3：低音单元。您可以根据箱体内的低音单元安装孔的尺寸在市场上选购此类单元。本文所选的是Compuaror的0145单元，市场价格为28元一只（见图5）。如果经济条件允许的话，也可以选用一些更高价位的单元，但是效果的差别并不太大。

材料4：接线盒。这种接线盒很容易购到，选择余地很大，售价为几元钱一只（见图6）。

材料5：音箱内接线。可以选购一两米较细的专用音箱线，一般的售价在几元钱一米。

制作过程

步骤1：第一步就是要焊好箱内的连接线（见图7）。这种系统中的两个扬声器单元是并联的。但是很重要的一点就是这两只单元的正负极是相交叉连接的。具体说就是全频带单元的正极与低音单元的负极相连接，全频带单元的负极与低音单元的正极相连接，然后按照全频带单元的正负极与接线盒相连接就可以了。这一点十分重要，千万不能搞错了。

步骤2：接好线后，先把与箱体接线盒相连的接线从推挽传动箱后壁的小孔穿出，以便后面与背板上的接线盒连接。连线穿出后，就可以将低音单元固定了（见图8）。

步骤3：将从推挽传动箱中穿出的连线与背板上的接线盒连接。连接好后就可以安装背板了（见图9）。

步骤4：最后一步是安装前障板上的全频带单元。在焊接连线之前，请再次确认接线是否与低音单元的极性是相交叉连接的。焊好后，固定好全频带单元，制作就结束了（见图10）。

制作结束后，就请您进行试听吧。您一定会得到意外的喜悦！

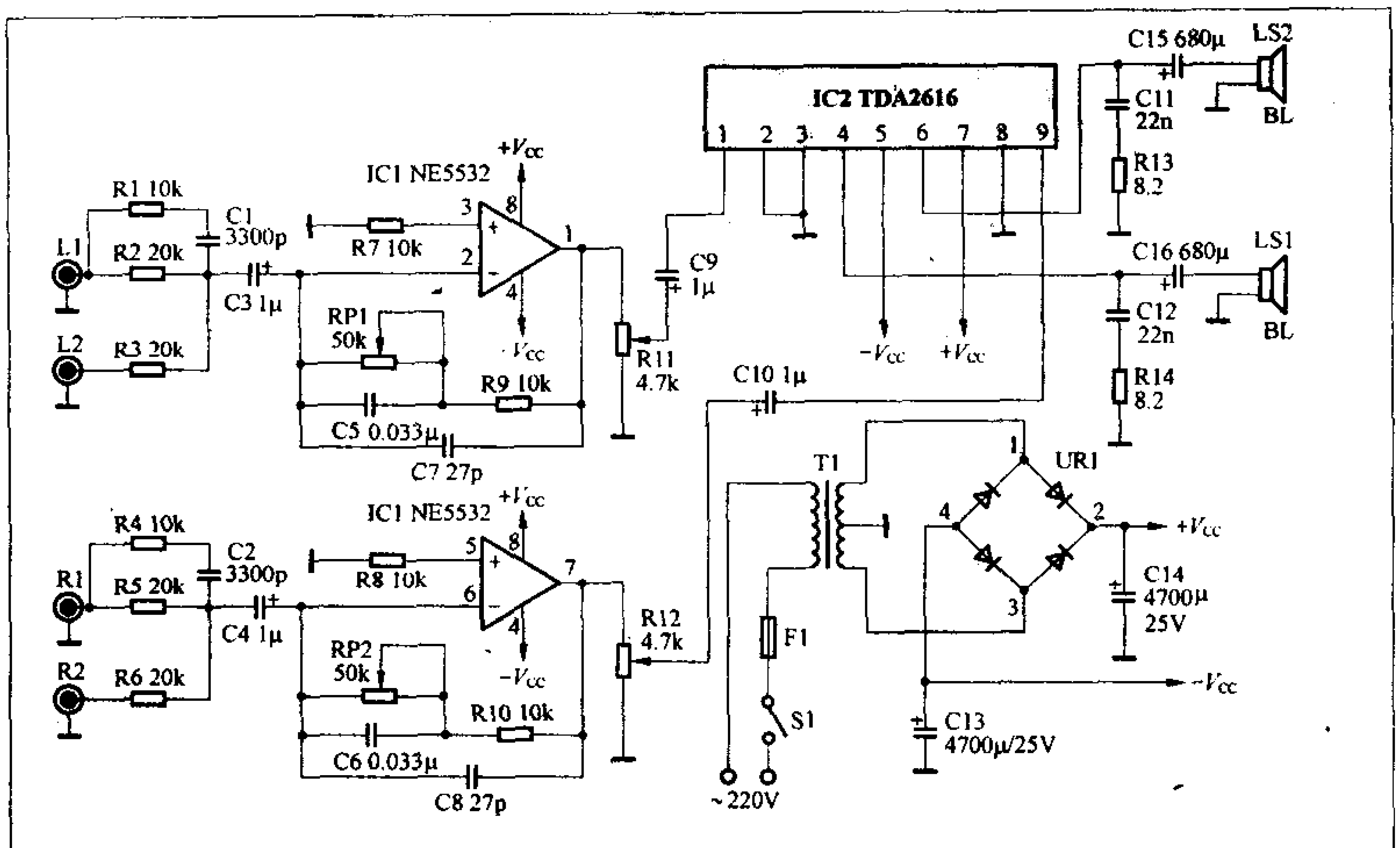


图1

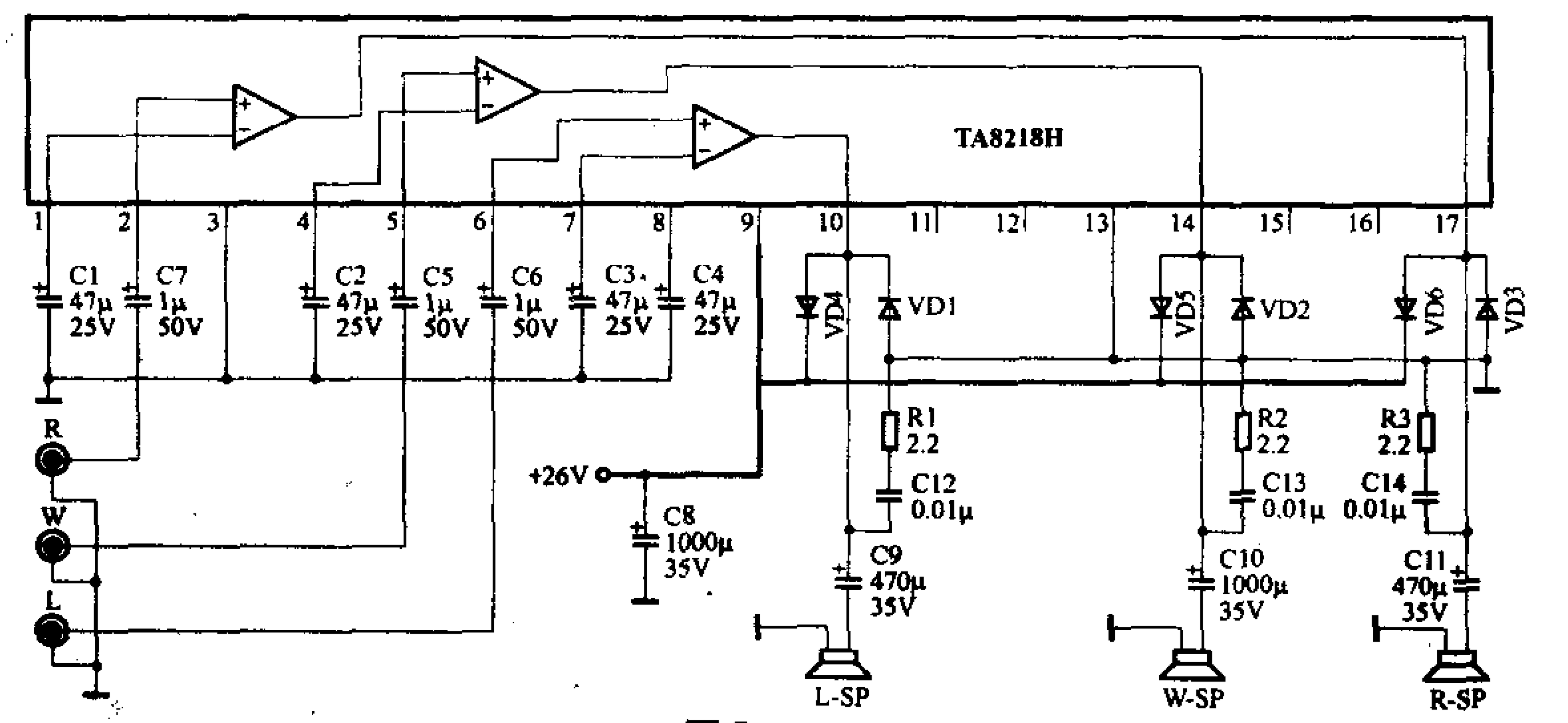


图2

ST-BY脚

音量控制脚电压可调，且受控于MPU或是电位器。静音脚是通过高低电位的变化来控制输出的有无。ST-BY脚是关断功放的供电，使功放处于待机状态。有些集成功放电路可能没有这三只脚或只有一部分引脚。利用各自引脚的特点，可以加以识别。彩电中集成功放具有音量控制功能引脚的较多，例如AN5265的4脚、TDA7057AQ的1、7脚、TDA1013B的7脚均为音量控制脚。

四、把握好自举脚

部分集成功放电路有自举脚。一般自举脚是用来提高输出的动态特性的，它与输出脚间用一大电容连接。例如图3中TA7240AP的1、2脚，4、5脚之间各连接了一个电容C4、C5，1脚为输出脚，2脚则为自举脚。同理，4脚为自举脚。双声道有两个自举端子。识别判断时可对比参考。

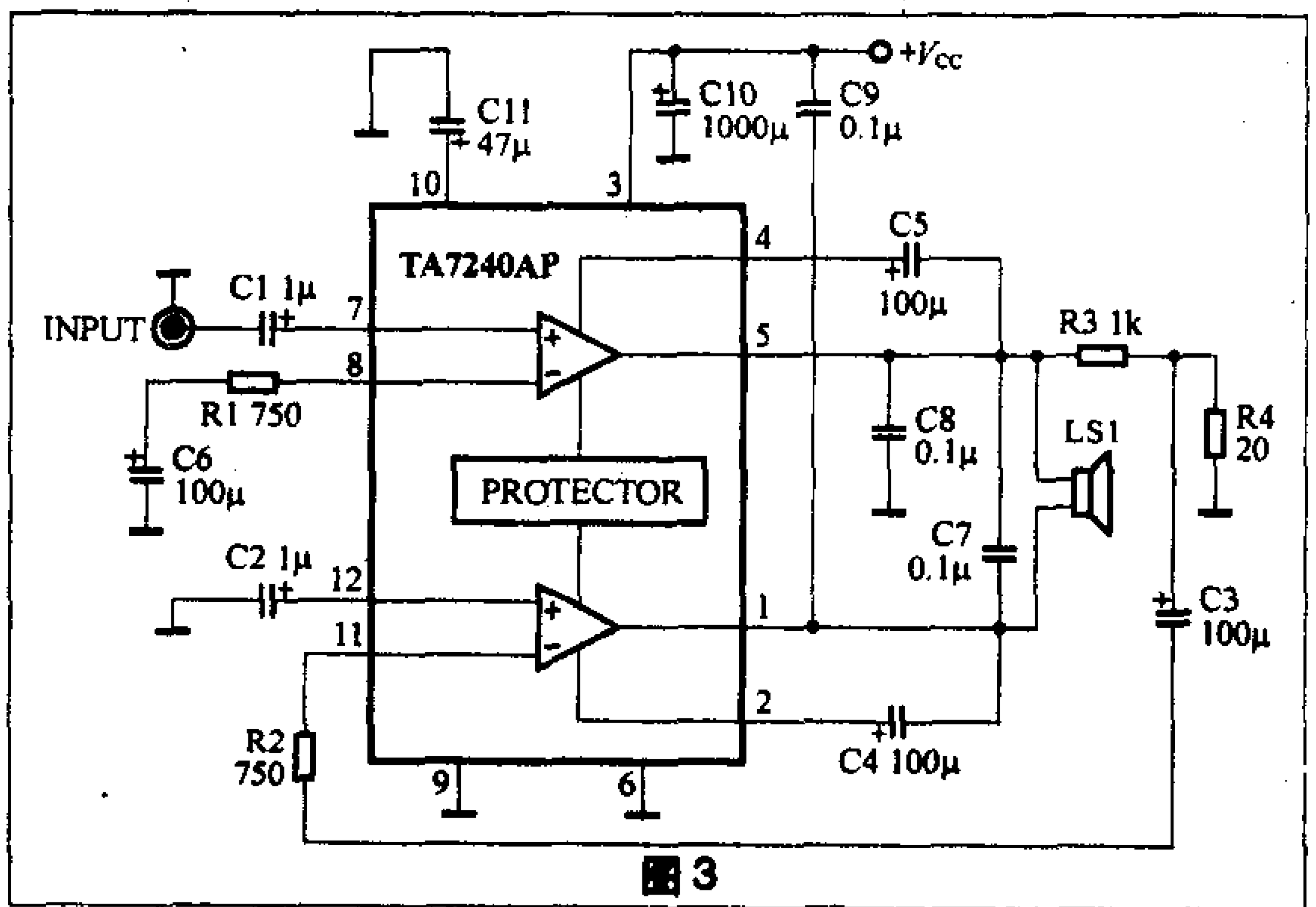


图3

五、把握好OCL、OTL和BTL接法

OCL是英文Output Capacitorless的缩写，意思是“没有输出电容器”的功放电路。OTL是无输出变压器功放电路。一般通过电容与扬声器连接的是OTL电路，输出脚直接连接扬声器的是OCL电路。OCL、OTL集成电路输出脚电位一般为中点电位，为电源电压的一半。OCL接法由单电源供电，输出脚电位为1/2*Vcc*，OTL接法由双电源供电，输出脚电位为1/2*Vcc*=0V。通过+、－输出脚与扬声器+、－连接的是BTL接法。例如图2是OTL接法，图3是BTL接法。

下面以图1、图2、图3这三张电路图来说明识别集成功放电路的方法。

图1是漫步者R800TC的典型电路原理图，使用NE5532或MC4558双运放作电压放大，用来推动TDA2616作功率放大。TDA2616是一块带静音2×12W高保真集成功放，在该图中可以确定输入脚为1、9脚，输出脚为4、6脚；电源脚+*Vcc*为7脚，－*Vcc*为5脚，地为2、3、8脚。查阅资料可知：2脚为静音端，3、8脚为中点电压端。

图2中的集成功放电路中应用的是彩电2.1声道集成功放。显然输入为2、5、6脚，输出为10、14、17脚。供电脚是9脚，地是3、13脚，反馈脚是1、4、7脚。

图3是录放音机中常用的功放TA7240AP的BTL接法，通常它接成双通道形式。供电端是3脚，地端是6、9脚；输入端是7脚；输出端是5脚为+，1脚为－；反馈是8、11脚；自举是2、4脚。

集成功放电路有其固有特点，把握好可以自己分析电路，不须查阅集成功放手册。

PT8A2713S

及其组成的带预放电的Ni-Cd充电器

文/唐黎明

PT8A2713S是一款国产的充电器专用IC，专门设计用于控制Ni–MH、Ni–Cd电池的充放电。与大部分具有类似功能的MCU控制的充电器相比，它具有功能完善、性能稳定、易于生产调试以及整体价格便宜等优点。

该IC采用DIP20或SOP20封装，也可提供裸片，其引脚排列见图1，内部功能框图见图2。

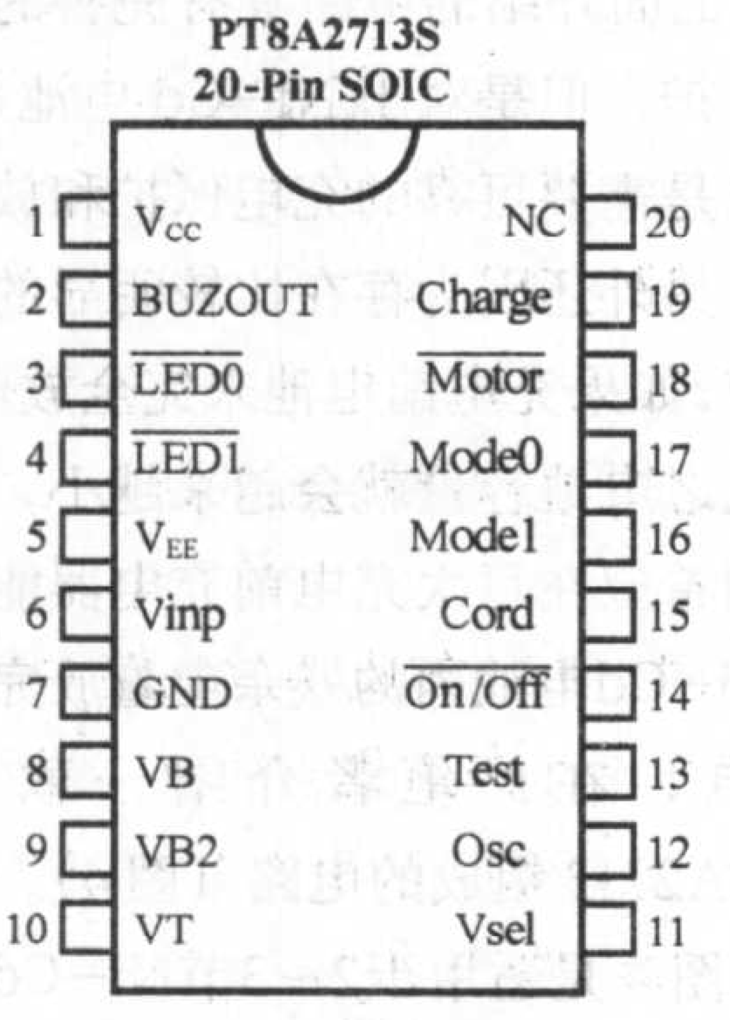


图1

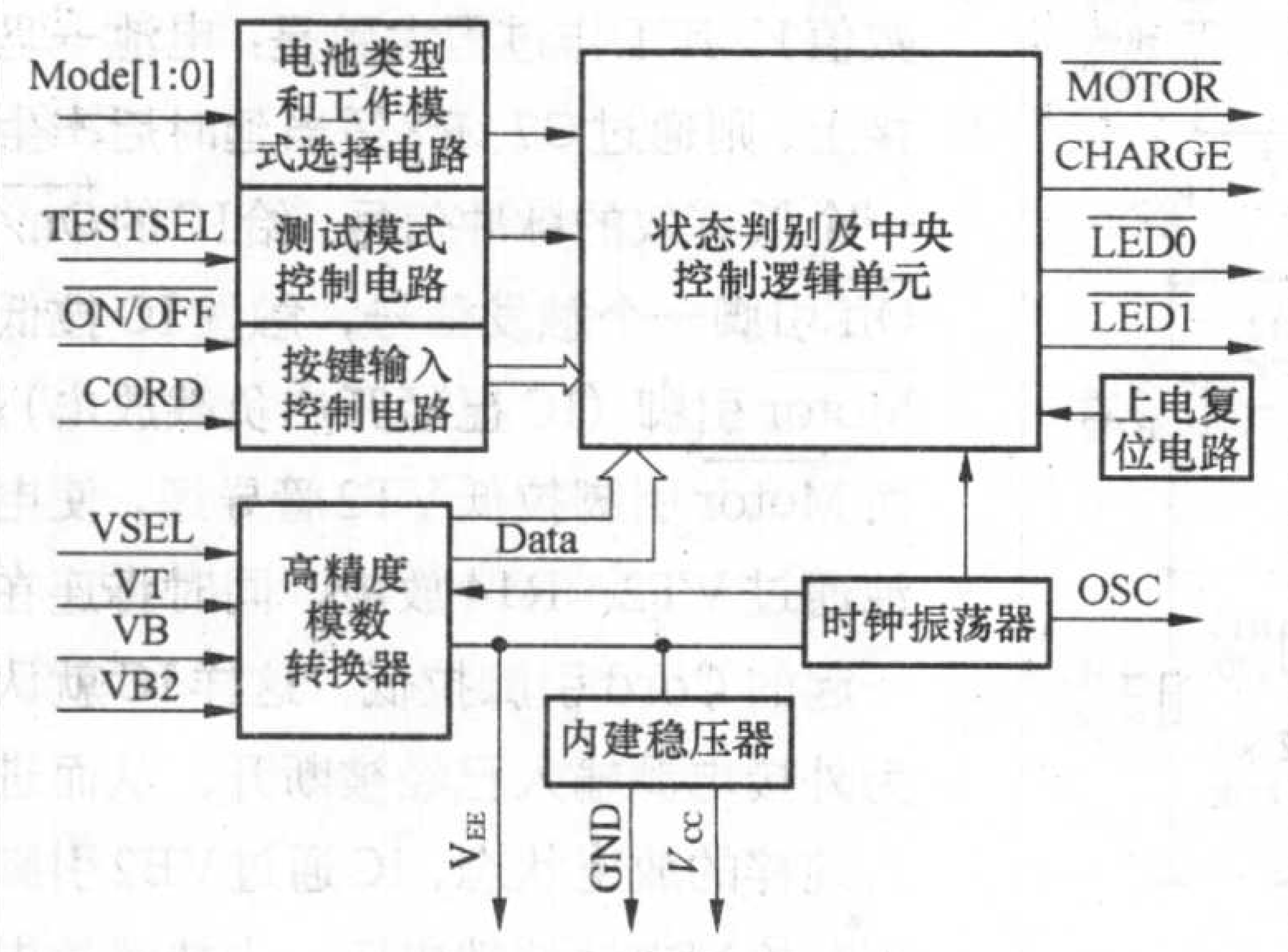


图2

按照顺序排列，1脚是V_{cc}供电脚，2脚是报警BUZOUT输出脚，3脚是电池低电压指示，4脚是充电状态指示，5脚是内部稳压器的输出，为一个非常稳定的2.0V ±0.05V的电压输出，为外部OSC时钟振荡器和NTC温度检测电路提供稳定的电源电压，6脚和11脚、13脚为内部功能引脚，主要供IC生产测试使用，7脚为地，8脚VB在充电过程中用于检测电池电压以判断电池是否充满，9脚VB2用于在放电过程中判断电池电压是否低过限定值。因为在充电状态和放电状态内部由许多不同的电路模块分别工作，而且两种状态下电池电压差别较大，因此为了提高检测效率和精度，分别用两个通道（VB和VB2）来检测电池电压。详细应用请参考推荐应用电路（图3）。

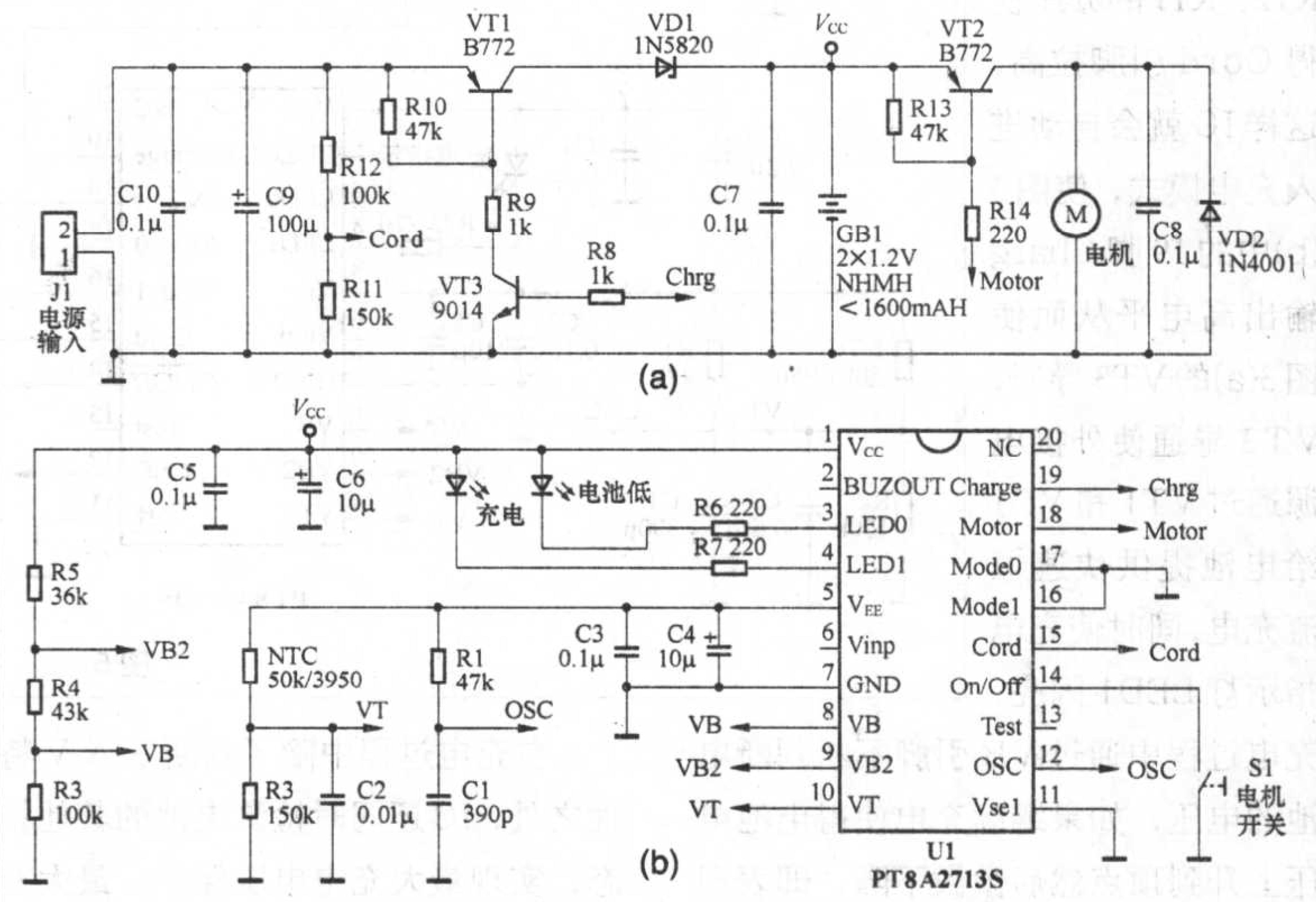


图3

图3中10脚用于读取外部NTC上的电压值以判断其温度，通常将NTC紧贴被充电电池表面，这样，通过NTC读取的温度就是电池体的温度，14脚就是开关键，用于控制负载（电机）的开（放电）或关，如果14脚由外部按键拉低，并且IC内部由逻辑电路判别电池有足够电能推动电机的话，则IC将18脚输出拉低，从而控制VT2管导通，接通电机和电池，使电机得电运转。运转过程中IC通过VB2脚不断判断电池电压，如果电池电压降低到通过R5、R4、R3的分压使VB2引脚上的电压低过1.65V（与V_{EE}有关，设定值是$0.825\times V_{EE}$），则点亮7s低电压指示LED（3脚），并在每次关闭电机时同样点亮7s。而如果继续使用使得电池电压下降到$0.80\times V_{EE}$时，IC

会自动控制18脚关闭电机，以保护电池不至于被过放电损坏。

15脚Cord是用来判断外接充电电源的状况，如果接上外接电源，则通过R12、R11的分压使得Cord引脚拉高，这样IC就会自动进入充电模式，使图3(b)中的19脚Charg输出高电平从而使图3(a)的VT3导通，VT3导通使外接电源通过VT1和VD1给电池提供快速恒流充电，同时使充电指示灯LED1闪亮，充电过程中通过VB引脚不断判断电池的电压，如果继续充电使得电池电压上升到顶点然后微微下降，即表现出所谓的－ΔV特性时，IC就认为电池已经充满，IC内部控制电路就会关闭快速恒流充电而转为1/10倍率的脉冲补充充电。

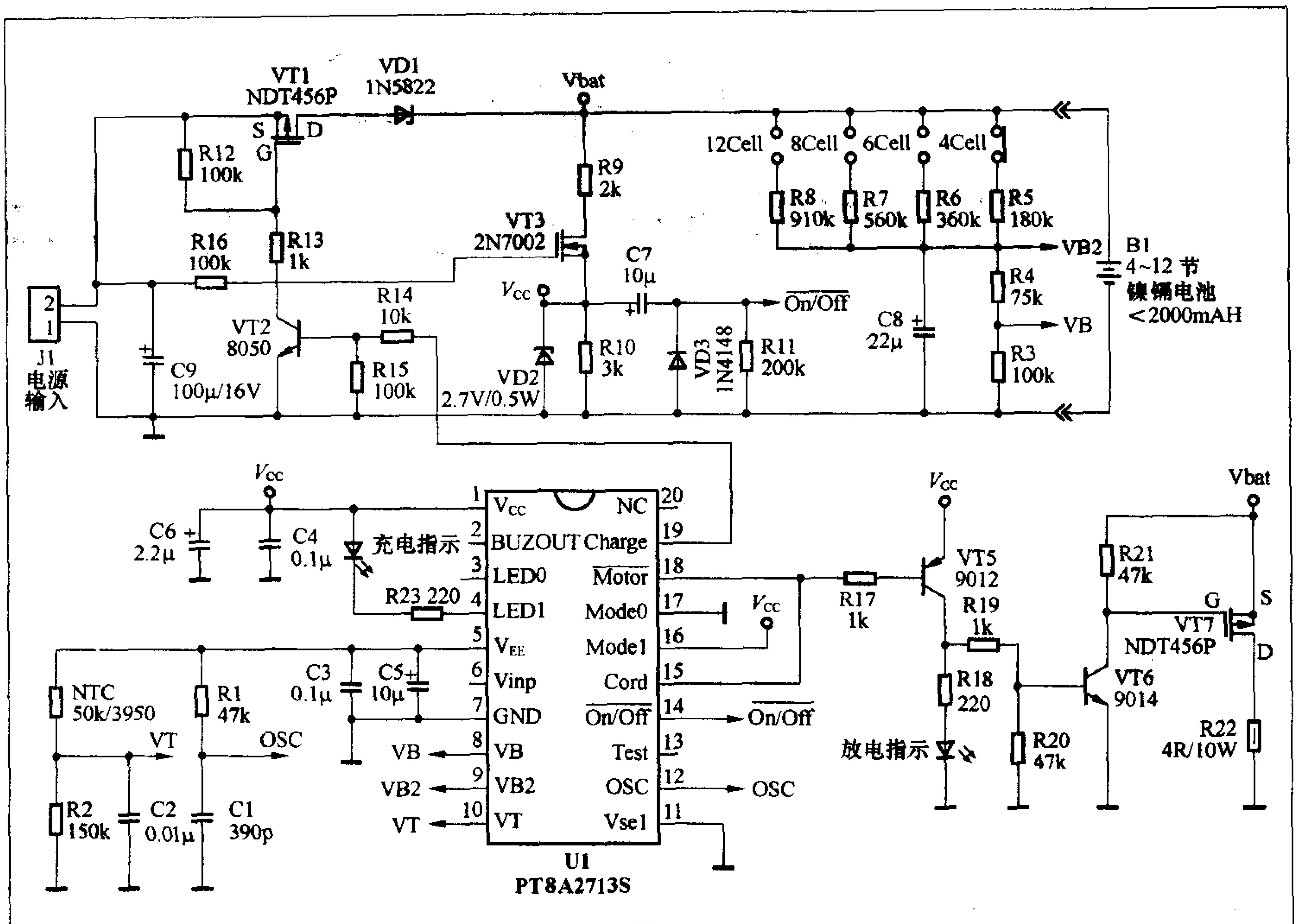


图5

在充电过程中除了判断－ΔV特性之外，IC还同时检测电池的其他状态，实现最大充电电压保护、最大充电时间保护和电池体温度超限保护等完善的保护措施，具体保护过程与本刊较早介绍的PT8A2704一样，请读者参考该篇文章说明。

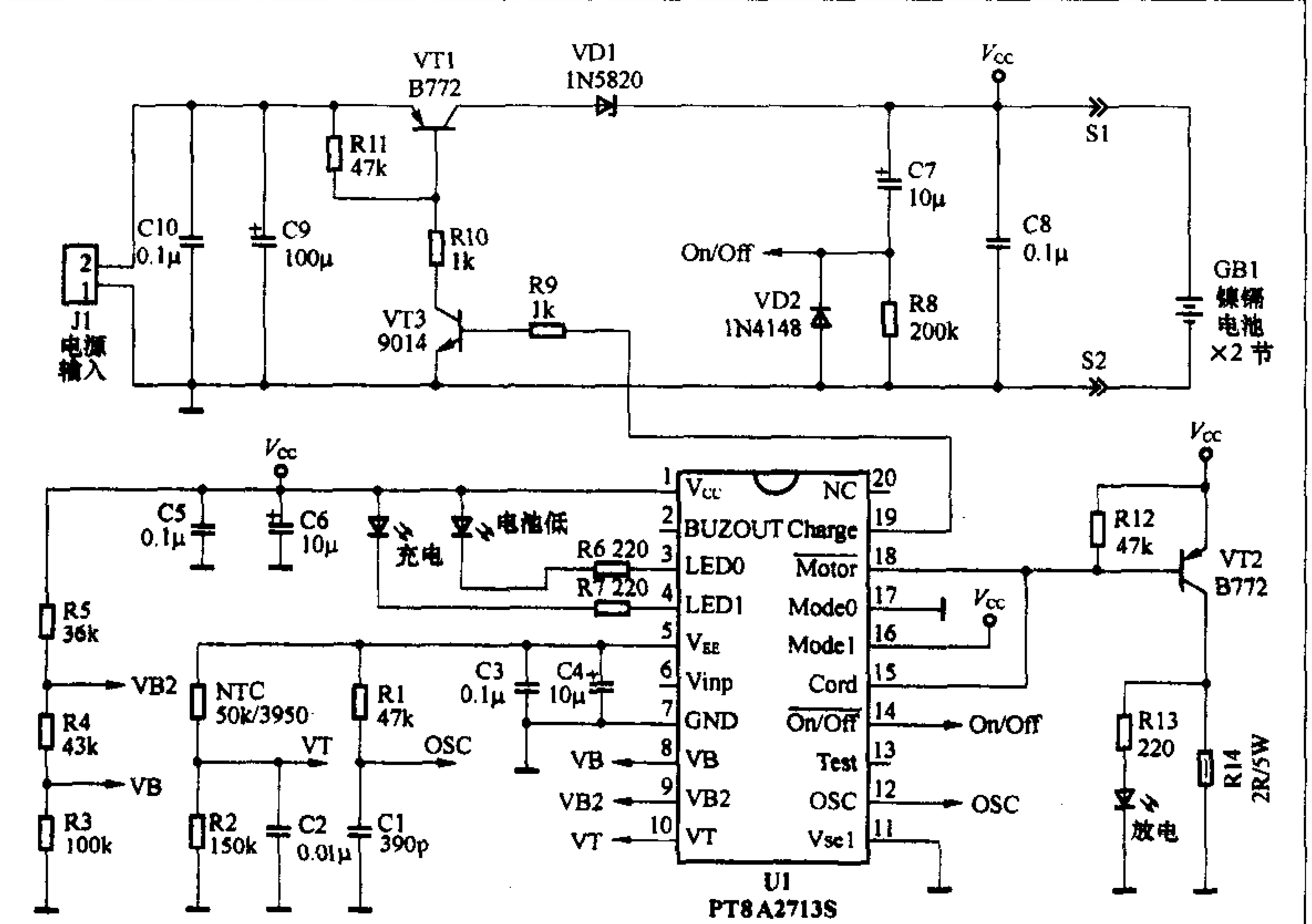


图4

上面介绍的电路具有完善的过放电保护，但是对于Ni-Cd电池来讲，不光是需要可靠的充电保护和放电保护，另外还因为存在比较明显的记忆效应，如果充电前电池未完全放电，久而久之电池容量就会越来越小，因此人们希望在每次充电前充电器能自动将Ni-Cd电池内的残余电量放完后再充电，在此笔者介绍一款采用PT8A2713组成的电路（图4）。

图4是适用于2~3节Ni-Cd电池串联的充电电路(需要微调R3~R5的数值)，其工作过程大致是：电池一旦接上，则通过C7、R8适当延时后产生一个低有效的脉冲信号，给IC的$\overline{\text{On/Off}}$引脚一个触发信号，触发IC拉低$\overline{\text{Motor}}$引脚（IC已经开启负载放电），而$\overline{\text{Motor}}$引脚拉低VT2管导通，使电池通过VT2、R14放电，同时将连在一起的Cord引脚拉低，这样IC就认为外接电源输入已经被断开，从而进入纯粹的放电状态，IC通过VB2引脚不断检测电池的端电压，当持续放电

智能照明控制器的设计

文 / 宋德杰

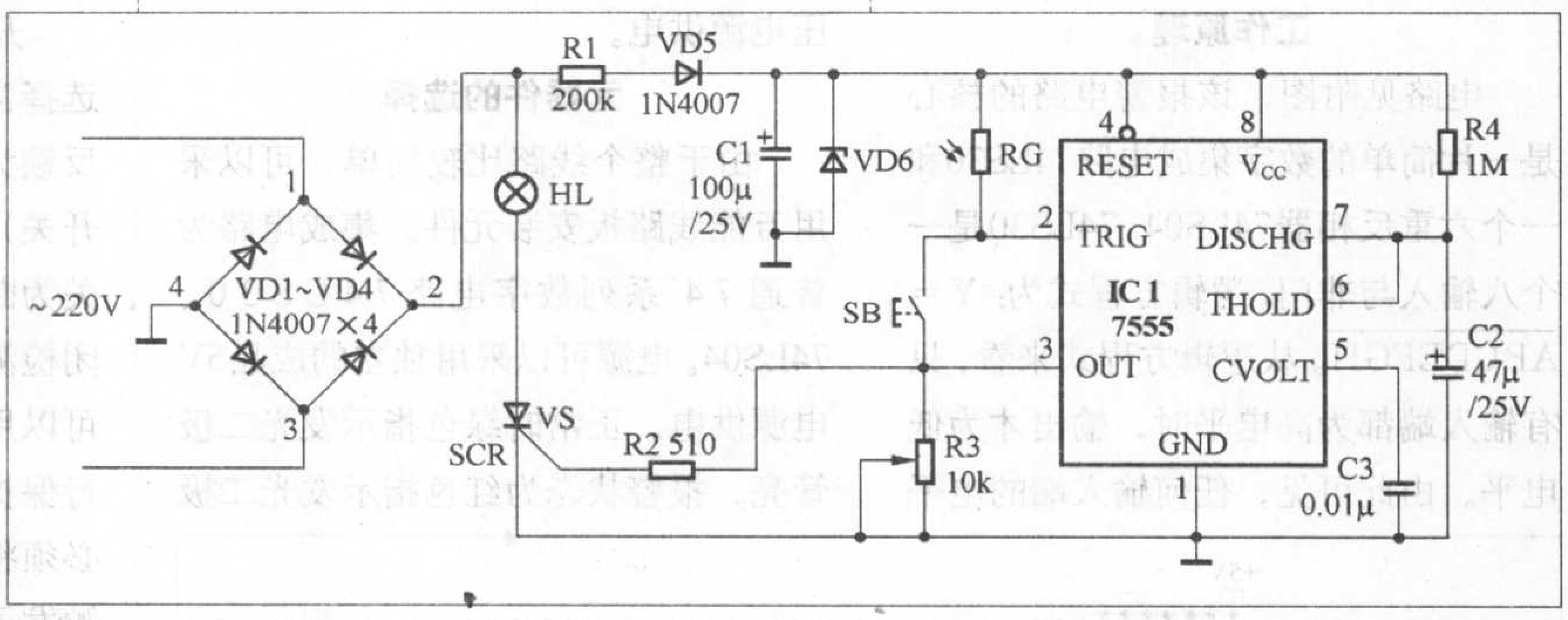
许多公共场所（如楼道、走廊等）的照明，过去采用机械开关控制，常常是有人开，无人关。对电能造成极大的浪费。为此，目前有些楼道、走廊的照明灯已采用了声光控开关。但仔细分析就会发现，它仍存在着不足，当夜间遇到雷雨、大风、关门等意外的声音时，都会使声光控开关接通，导致照明灯点亮。为了克服这个弊端，笔者研制了此智能照明控制器，经使用效果不错，现介绍如下。

电路原理如附图所示。此电路由二极管VD1～VD4组成桥式整流电路，再经R1限流，C1滤波，VD6稳压获得10V直流电压，为7555定时器提供电源。7555定时器和R4、C2构成单稳态触发器。暂稳态持续时间T=1.1R4C2=50（s）。

VS是晶闸管，控制灯的亮、灭。其工作原理是：白天当光线照射到光敏电阻RG时，其阻值变得很小，按动按钮SB，7555的2端不能产生幅度低于VCC/3的触发负脉冲，故不能使7555的3端输出高电平来触发VS使它导通，电灯HL不亮。晚上RG阻值变大，当按按钮SB时，7555的2端产生了低于VCC/3的低电平脉冲，从而使7555定时器的3端输出约50s（此时间可调）的高电平，它触发VS的控制端，使VS导通，电灯亮。50s过后，7555定时器的3端恢复到低电平“0”，晶闸管截止，灯灭。实现了只有夜间按动按钮SB才能使灯亮，而白天按也不亮的智能情况。既满足了人们照明的需要，又减少了电能的浪费，从而更加有效地节约了电能。

元件选择：光敏电阻RG选GM3516，7555定时器选CB7555，晶闸管VS选MCR100－8小型塑封单向晶闸管，其他器件按图中标注选择即可。按此参数焊接安装，让光敏电阻朝向明亮处，稍加调试即可使用。

制作注意事项：此电路由于将市电交流220V直接引入电路板，不小心易发生触电危险。制作时，请将元件焊接好，并反复检查确认无误后再通电试验，为保证安全，最好将此电路封装在一个小塑料盒内进行操作。



使得每节电池的端电压低于0.8V时，IC的VB2引脚电压低于1.6V（也可通过改变外部R5、R4、R3电阻的比值来调整），这时可以认为电池已经放完了残余电量，而IC则判断为放电过程中电池电压低过极限，从而自动拉高$\overline{\text{Motor}}$引脚，关闭负载（在这里也就是关闭放电回路），$\overline{\text{Motor}}$引脚同时将Cord引脚拉高，这样IC认为外接充电电源已经接上，从而控制Charg引脚自动开启充电回路，转换为给电池充电，这样就实现了在充电之前自动给被充电电池放电的目的。

上图仅能适用2～3节镍镉电池，而且IC的电源供应直接接在充电输出端，变化较大，如果像遥控玩具或者电动工具这些使用8节、12节甚至更多节数镍镉电池的应用，其电池组的充电可否使用呢？当然可以，请看下面修改后的电路（图5）。

图5是一个已经大量生产的通用充电器电路，可通过一个单刀多掷开关选择不同的电池节数（实际是选择R5～R8不同的电阻接入），从而可以设置VB、VB2在相同的检测范围，另外，因为IC的供电电压V_{cc}和电池电压Vbat相差太多，因此在放电回路要增加VT5、VT6来作为电压隔离，而IC的供电也采用了R9、VD2来降压提供并由外接供电电源通过VT3来控制，这样只有在电池和外部供电同时都接上时才会给IC供电，避免了图4电路的供电弊端，另外充放电开关管选用了性能优良的P－MOS管，大大增加了其电流负载能力并有效降低了充放电过程中PCB组件的温升，性能非常完美。已经大批量配套应用于某高端遥控航模中。

PT8A2713S控制功能精确而完善，避免了市面其他MCU的方案需要定制软件的问题。加之性能非常稳定，价格适中，具有比MCU更先进的性能优势。

车库防盗报警器

文 / 鄢瑞琦 易柳军

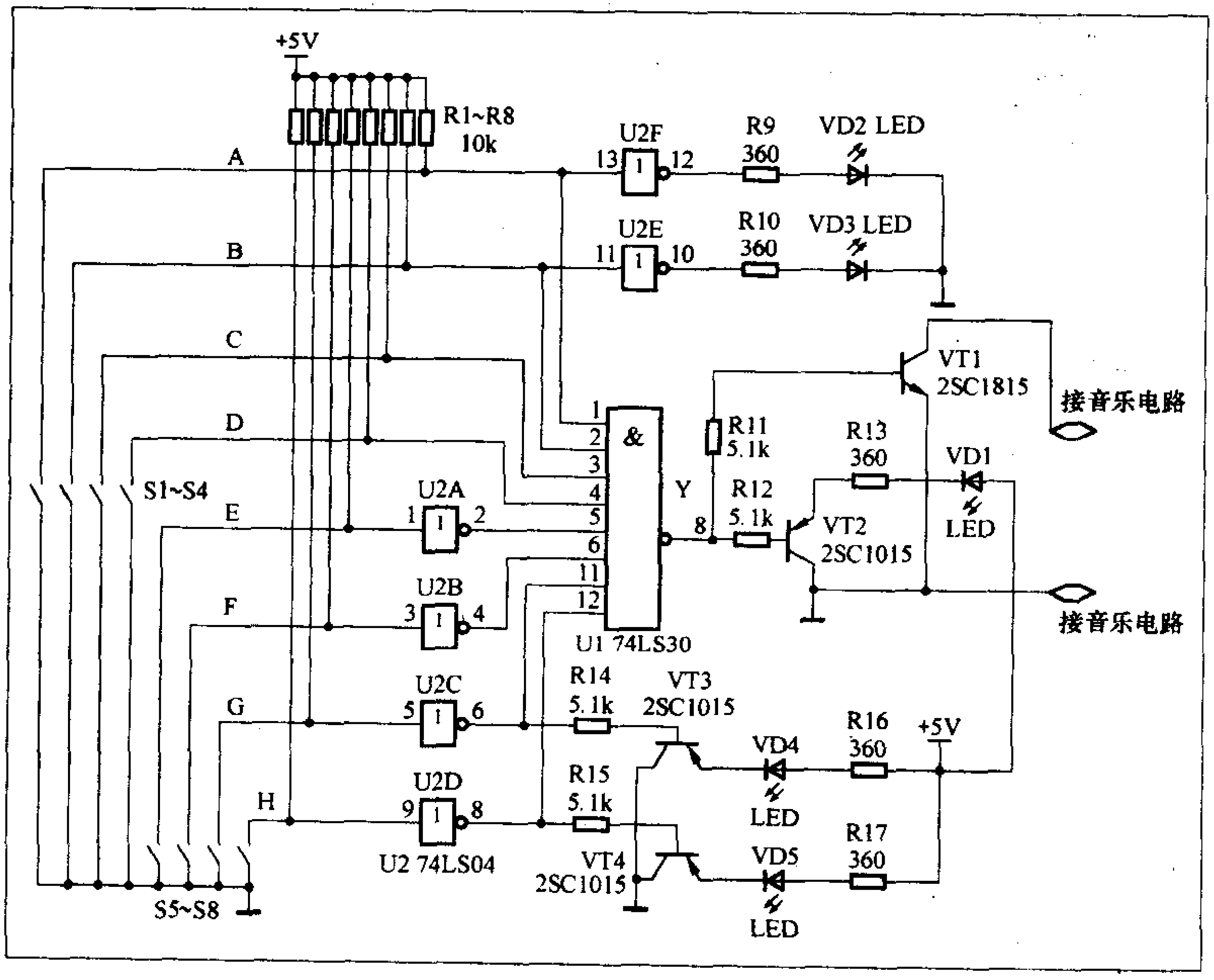
本文介绍的报警器有线路断路和短路报警功能。因此，即便是采用明线，对于首先进行线路破坏的偷盗行为同样可以起到报警作用。被检测点与主报警设备异地，不易被破坏。并且可以采用蓄电池供电。该线路简单易制（主电路为74LS04、74LS30），检测信号点达八路之多，可以根据需要设置信号采集点，以获得最早的报警时机，使用灵活。并且其采用宽带网超五类双绞线传输检测信号，线路易铺设。

工作原理

电路见附图，该报警电路的核心是一片简单的数字集成电路74LS30和一个六重反相器74LS04。74LS30是一个八输入与非门，逻辑方程式为：$Y=\overline{ABCDEFGH}$。从逻辑方程式来看，只有输入端都为高电平时，输出才为低电平。由此可见，任何输入端的电平变化都将引起输出端的电平变化，该报警器就是利用这个变化的电平来启动报警信号。为了防止线路的断路或短路，此处设计高、低两种输入电平。将其中四个输入端通过74LS04反相器反相，即可得到正常输入为低电平的输入信号。加入反相器后的逻辑方程式为：$Y=\overline{ABCD\overline{E}\overline{F}\overline{G}\overline{H}}$。三极管VT1用来驱动音响报警设备(可采用门铃电路)。其余三极管和多余的两个反相器用来驱动正常（绿色）或异常（红色）指示发光二极管。电路采用5V成品稳压电源供电。

元器件的选择

由于整个线路比较简单，可以采用万能线路板安装元件。集成电路为普通74系列数字电路74LS30、74LS04。电源可以采用独立的成品5V电源供电。正常时绿色指示发光二极管亮。报警状态为红色指示发光二极管亮。由于可能采用振动信号，而振动信号为瞬间信号，因此门铃电路采用一次触发响铃时间较长的门电路。此处门铃输入端为短路发声，而且在输入为短路时不停地发声。为了安装方便和线路整洁，R1～R8最好选用排阻。其余元器件选用并无特殊要求，只要是正品就可以了。



安装与试验

用万能线路板按原理图焊接无误后即可通电试验，试验前首先将直接输入到74LS30的脚接到高电平，通过反相器输入的脚接到低电平，此时绿色指示灯亮。然后逐一将各输入端短路或开路到相反的电平，绿色指示灯应熄灭。绿色指示灯熄灭的同时应启动声音报警装置，有指示输出的还应点亮红色指示灯。

开关可以根据需要和自己的喜好选择常闭或常开开关，如：检测门的反锁为按钮开关（可选用游戏机按钮开关），反锁到位即开关闭合，否则开关为断开状态。门、窗等的开启和关闭检测也同样如此。振动信号的检测可以用小弹簧等自制。锁孔也可以进行保护，在锁孔前加一盖板，开锁时必须将盖板折起，而在折起盖板时即触发了一个信号检测器，这样就启动了报警装置。

未使用的检测输入端，应接入它正常所需要的高电平或低电平。双绞线中多余的线路，未通过反相器的可以空着，作短路报警用，通过反相器的线路可以对地短路作为线断报警。实际上，任意一根正常输入为高电平的线都是短路信号检测线，任意一根正常输入为低电平的线路都是断路信号检测线。

采用电瓶供电应先稳压到5V再接入。全部安装好后应进行整体试验，试验中应单独试验各个检测点。正常后即可投入使用。

太阳能警示灯

文/陈建华

交通道路或市政设施的施工中，施工人员常使用一组临时线，接入市电点亮一盏红灯泡以作警示，但市电的高压很容易使施工人员或行人发生触电。为此本文向大家介绍一种安装简单、移动方便、使用安全的太阳能警示灯。

该太阳能警示灯的电路如图1所示。它是由太阳能电池G_E、充电电池GB以及控制电路和红色的LED闪光二极管组成。太阳能电池G_E白天将太阳的光能转换为电能，通过二极管VD1对镍氢充电电池充电。该灯的控制电路是由两种不同性质的三极管VT1（PNP型）和VT2（NPN型）组成一组互补型的开关电路，以及开关二极管VD2、VD3和电阻R组成的光控触发电路。由于白天时太阳能电池的两极有电压，由开关二极管VD2、VD3和电阻R组成的触发电路，将电压施加在三极管VT1的基极上，使其处于截止状态，因而开关管VT2也不导通，LED发光管不工作。当夜晚来临或光线较弱时，由于太阳能电池两端的电压大幅度下降或消失，VT1的基极失去触发电压便开使导通，转而促使VT2也同时导通，于是红色LED发光二极管VD4被点亮。当第二天天亮时，由于太阳能电池的两极输出电压，于是三极管VT1又转为截止，使开关管VT2不导通，LED发光管由此关闭。

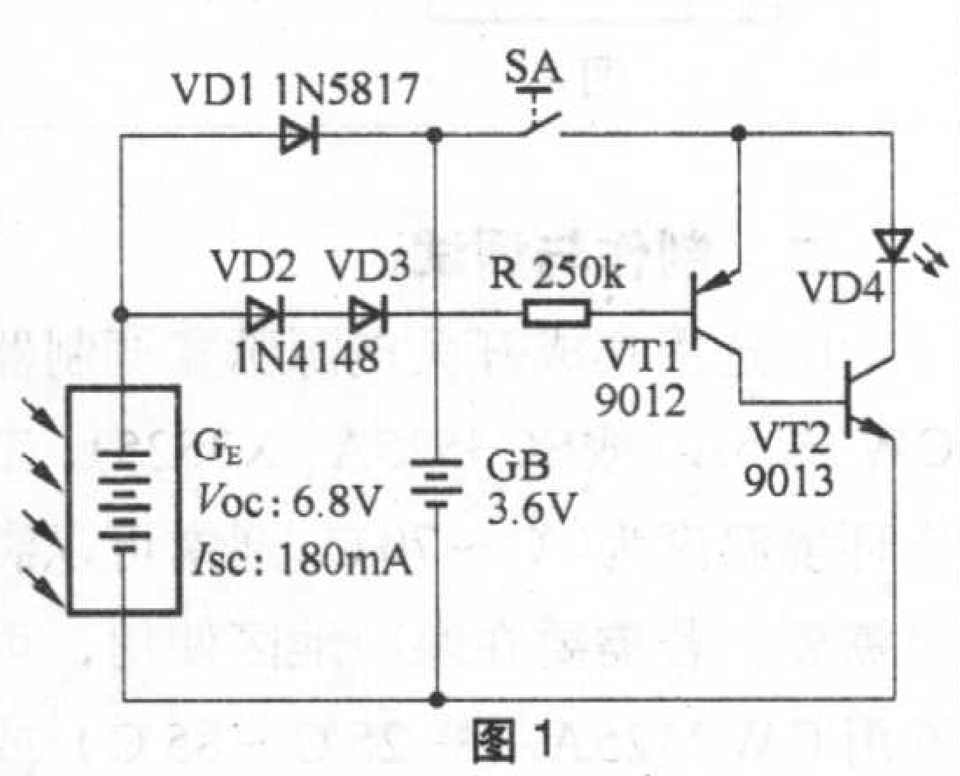


图1

G_E是由12片面积分别为7mm × 105mm的单晶硅片串联所组成的电池组，贴附在一块115mm × 115mm的环氧基板上（图2），并在表面封涂上一层多酚树脂加以保护，在板的背面引出电池的电极。太阳能电池的功率参数为：开路电压6.8V、短路电流180mA、最大功率1.2W，其光电转换效率约13%、最大输出功率为0.85W。

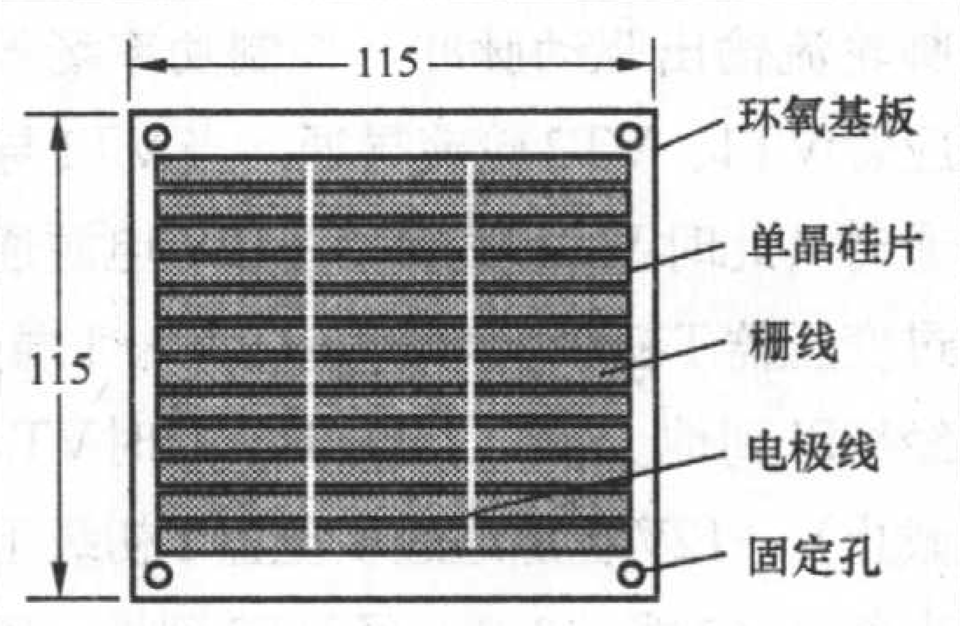


图2

电路电源所用的充电电池选用电压为1.2V、容量为1.3Ah的镍氢电池共三节。该灯的发光管使用的是一支内部固化有闪光电路的超高亮度的红色LED闪光二极管，其工作电压5V、工作电流20～30mA、闪光频率为1Hz左右。

该灯的外形如图3所示。灯的上下外壳全为塑料注塑壳体，外灯置为透明的聚氯乙烯壳体，各自的连接采用旋扣式组合。为了使警示灯的灯光更加醒目，灯的内罩为有机质的多棱圆桶，以增加警示灯的绚色增光效果。电路的开关安装在灯的内部（上盖盘底），旋下上盖即可操作。为了增加灯的安全警示效果，除灯罩以外，灯的上下外壳均为红色或桔红色。

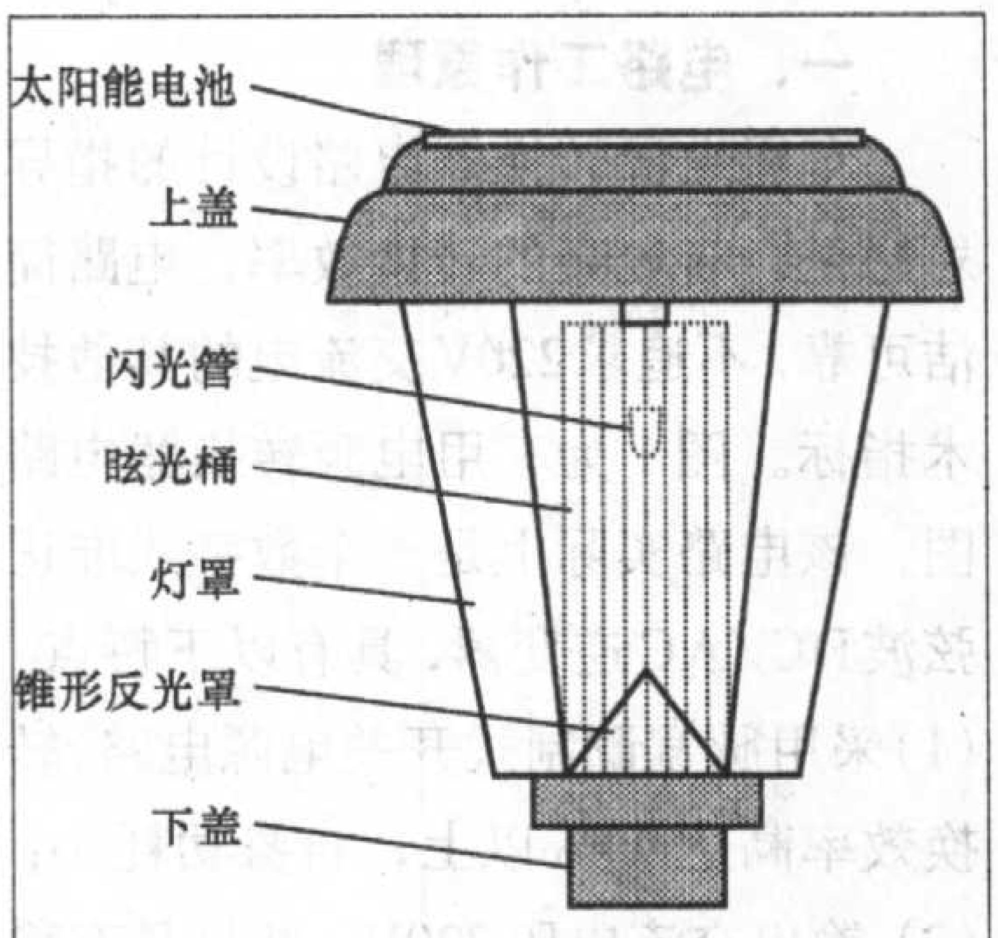
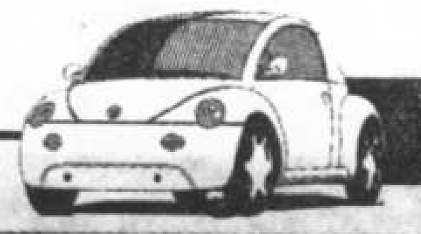


图3

欢迎参加“节能先锋”设计大赛

现在已经有很多朋友把自己制作的节能设计、节能的小经验和小技巧投稿给我们，我们非常感谢这些朋友对于我们活动的支持。同时我们也接到了许多朋友的电话和信件，询问此次“节能先锋”活动的细节。由于许多朋友表示时间仓促，不能及时完成节能制作设计和制作报告书，经研究决定，特将“节能先锋”活动的截止日期从2006年3月1日延长到2006年6月1日，希望大家能够完成节能设计并投稿给我们。我们同时也希望有更多的人能够参加到这项活动中来。集思广益，共同交流。我们希望有好的节能设计能够应用到生活中去。共同建设好我们生存的环境。

详细参赛办法、制作报告书要求、奖项设置请参考《无线电》杂志2005年第11期或者登陆 http://www.radio.com.cn 查看。



汽车电子制作

车用电源转换器

文/门 宏

近年来小汽车正越来越多地进入百姓家庭，节假日与亲友一起驾车出游是大多数有车一族的现代休闲方式。如果您想在驾车外出休闲时使用电炊具、电吹风等就困难了，因为目前的绝大多数家用电器都是使用220V交流电源，不适用于汽车电源。车用电源转换器的作用就是解决以上难题，其功能是将汽车上的12V直流电源转换为220V交流电源，作为电水壶、电烤炉、电吹风、电须刀、电子荧光灯等电器的电源。

一、电路工作原理

车用电源转换器电路设计的指导思想是，有较高的转换效率，电路简洁可靠，不追求220V交流电的其他技术指标。图1为车用电源转换器电路图，该电路实际上是一个数字式准正弦波DC/AC逆变器，具有以下特点：(1)采用脉宽调制式开关电源电路，转换效率高达90%以上，自身功耗小；(2)输出交流电压220V，并且具有稳压功能；(3)输出功率300W，可以扩容至1000W以上；(4)采用2 kHz准正弦波形，无需工频变压器，体积小、重量轻。

车用电源转换器电路由脉宽调制器、开关电路、升压电路、取样电路等几部分组成。IC为脉宽调制型(PWM)开关电源集成电路CW3525A，其内部集成有基准电源、振荡器、误差放大器、脉宽比较器、触发器、锁存器等，输出级电路为图腾柱形式，具有200 mA的驱动能力，图2为CW3525A（CW2525A、CW1525A同）各引脚功能。IC内部振荡器的工作频率由其5、6脚外接定时电阻和定时电容决定，图1电路中振荡频率约为4 kHz，通过内部触发器和门电路分配后，从其11脚与14脚轮流输出驱动脉冲，控制功率场效应管VT1、VT2轮流导通。当VT1导通时（此时VT2截止），+12V电源通过变压器T初级上半部分（2端→1端）经VT1到地。当VT2导通时（此时VT1截止），+12V电源通过变压器T初级下半部分（2端→3端）经VT2到地。通过变压器T的合成和升压，在T的次级即可获得220V的交流电压，其频率约为2 kHz。由于变压器线圈对高频成分的阻碍，次级波形已不是方波，可称之为准正弦波。采用较高频率的准正弦波形，有利于提高效率和革除工频变压器，也能使大多数电器正常工作。

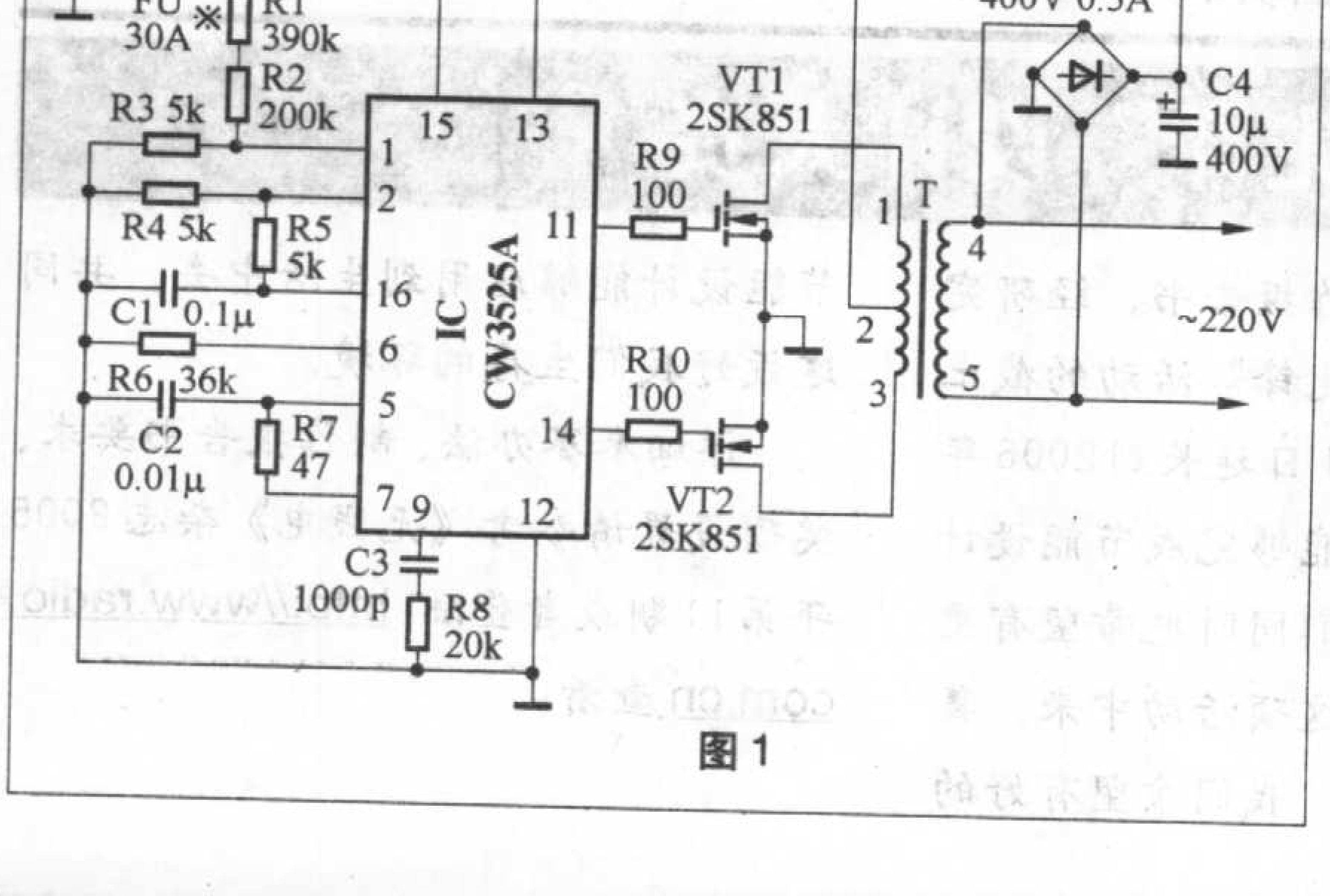


图1

IC的5脚与7脚之间所接电阻用以调节死区时间，图1电路中死区时间约为2μs。设置死区时间可以保证VT1与VT2不会出现同时导通的情况，提高了电路的安全性与可靠性。

整流全桥UR与C4、R1～R3等组成取样反馈电路。输出端的220V交流电压经UR整流、C4滤波，R1、R2与R3分压后，从1脚送入IC内部误差放大器和比较器处理，进而自动控制11脚与14脚的输出脉宽（即脉宽调制），达到稳定输出电压的目的。

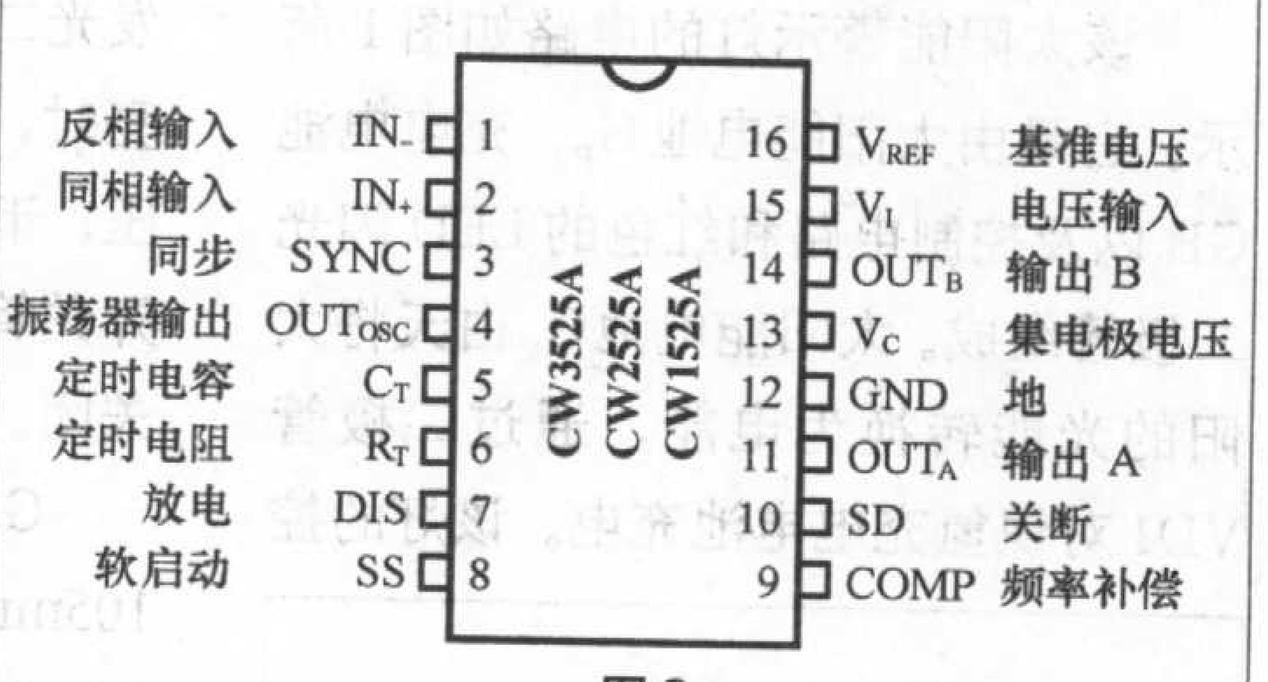


图2

二、制作与调试

IC选用集成开关电源脉宽调制器CW3525A（或SG3525A、X3525），工作环境温度为0℃～70℃，通常可以满足需要。若需要在寒冷地区使用，可选用CW2525A（－25℃～85℃）或CW1525A（－55℃～125℃）。VT1、VT2选用N沟道功率场效应管2SK851，或其他耐压30V以上、电流30A以上的N沟道功率场效应管，制作时需安装散热片。VT1、VT2均工作于开关状态，因此管子自身功耗并不很大。变压器T需自行绕制，选用截面4 cm^2左右的高频磁芯，初级用直径1.5 mm漆包线双线并绕20圈，将A线的线尾与B线的线头连接在一起作为中心抽头2脚，A线的线头作为引线1脚，

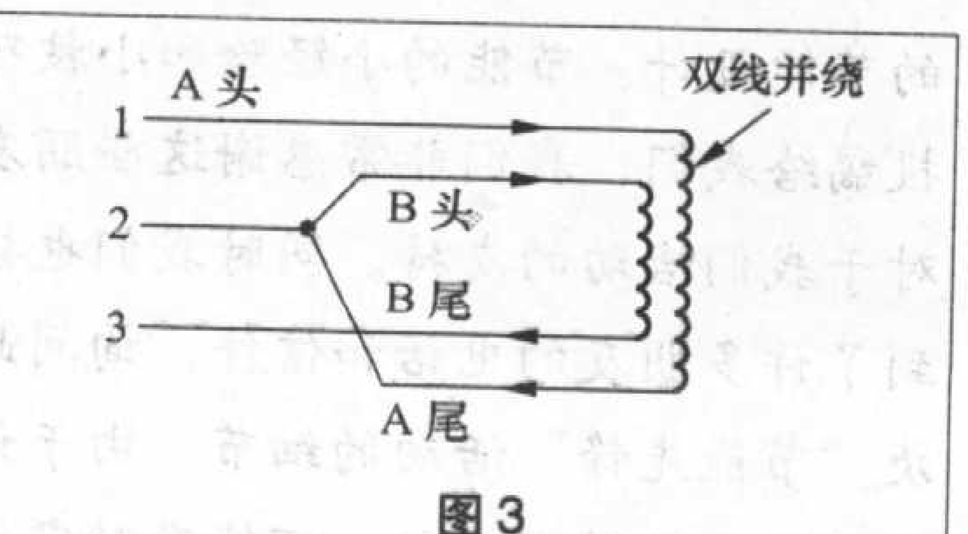


图3

B线的线尾作为引线3脚，如图3所示。次级用直径0.8 mm漆包线绕500圈。

12V直流电源输入端采用汽车点烟器接口，这样使用时很方便。可以选购一只市售点烟器接口，其金属心柱接正极连线，金属外层接负极连线。也可将点烟器中的电热丝去除，按上述方法接上连线。还可以自制接口，方法如图4所示，按照点烟器的大小取一圆柱状塑料或有机玻璃，中间固定一小铜柱并连上正极引线，外圈固定上弹性铜片并连上负极引线即可。

220V输出端采用市电插座，以方便使用。整机应装入绝缘外壳，可利用市售多用电源接线板改制：除去其中部分插座的接触件，以便放入整机机心；保留部分插座的接触件，以作为220V电源输出插座。机壳上应开有散热孔隙，外形如图5所示。

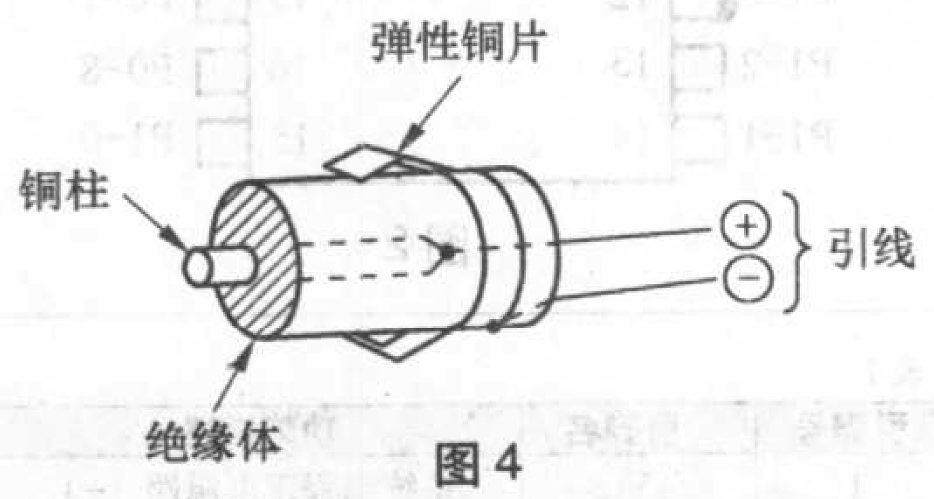


图4

调试时，用交流电压表监测输出端的交流电压，调节R1阻值，使输出电压为220V，固定R1即可。使用时，将本电源转换器的输入插头插入汽车点烟器插座，用电器插入电源转换输出插座即可。

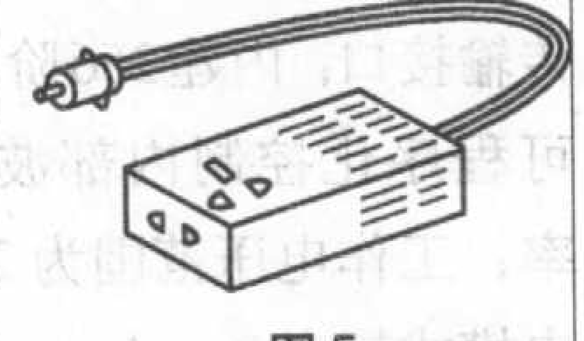


图5

如需输出更大功率，可选用更大电流的功率场效应管。例如，选用电流达60A的功率场效应管，可使输出功率提高为600W。也可采用两管并联的方法提高输出功率，如图6所示，采用4只2SK851，两两并联，也可制成600W电源转换器。如果图6电路中的VT1～VT4都采用电流达60A的功率场效应管，则可使输出功率达1000W以上。需要注意的是，在提高输出功率时，必须相应地增加变压器的磁芯截面和漆包线的线径。另外，输出功率提高后其输入电流也增大，应考虑汽车点烟器至电瓶间的连接导线的允许载荷，可换成粗导线，或将本电源转换器的输入端导线直接接到汽车12V电瓶上。

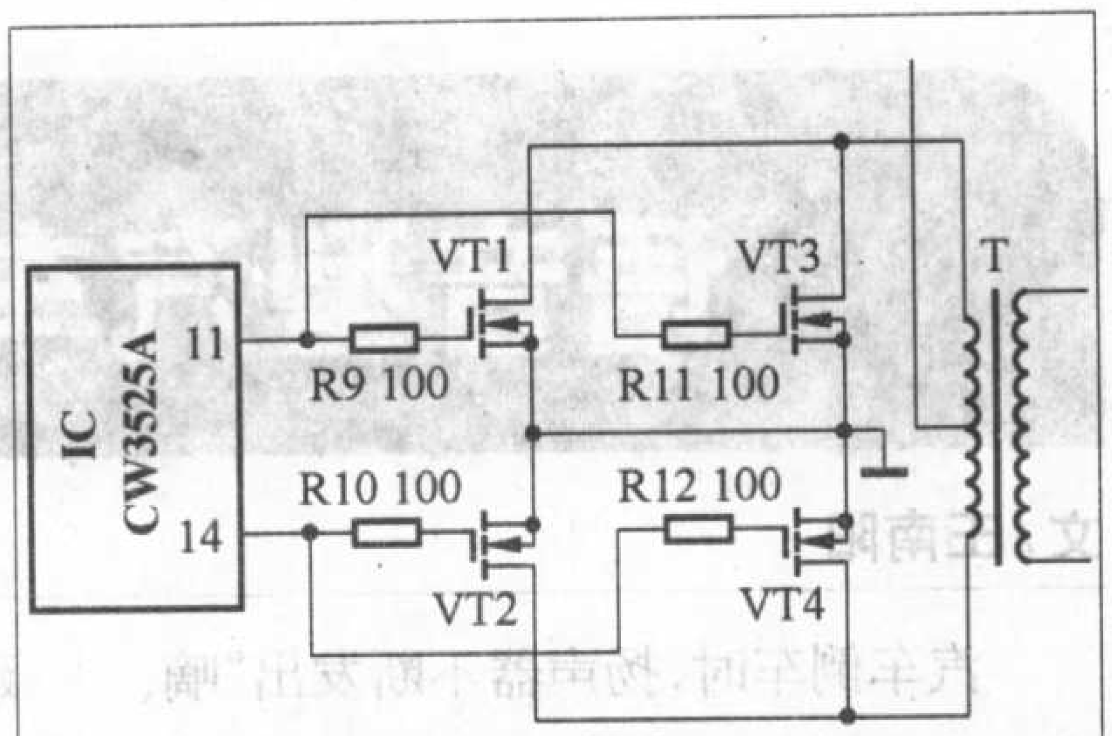


图6

推荐书目

品牌推荐　900102　《无线电》1955-2000年合订本（4CD-ROM）　邮购价：100.00元／套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28.00元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35.00元／本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28.00元／本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28.00元／本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00元／套
9020051	《高保真音响》2005年增刊　电子管名机赏析	28.00元／本
14021	无线电问与答精汇	41.00元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38.00元／本
畅销图书		**邮购价**
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00元／本
12897	实用报警电路	28.00元／本
12537	看图学电工技能	34.00元／本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00元／本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00元／本
12123	万用表使用技巧60例	25.00元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00元／本
12182	红外探测与控制电路	51.00元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00元／本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00元／本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00元／本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00元／本
09453	无线电识图与电路故障分析轻松入门	43.00元／本
06131	怎样看无线电电路图	17.00元／本
10862	I²C总线彩色电视机软件调整手册	76.00元／本
09626	无线电元器件检测与修理技术轻松入门	38.00元／本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00元／本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00元／本

强势品牌		邮购价
2-75	《无线电》杂志及增刊	
2003～2005年第1～12期，2006年第1～3期		6.80元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00元／本
2000年增刊		6.00元／本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28.00元／本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28.00元／本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28.00元／本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28.00元／本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24.00元／本
10980	《无线电》2002年合订本下册	24.00元／本
902001	《无线电》2001年合订本	55.00元／本
902000	《无线电》2000年合订本	45.00元／本
909900	《无线电》1999年合订本	42.00元／本
82-590	《高保真音响》	
2003～2005年第1～12期，2006年第1～3期		15.00元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28.00元／本
光盘产品		**邮购价**
68139	常用电子管资料汇萃（CD-ROM）	40.00元／套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40.00元／套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110.00元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38.00元／盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00元／套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108.00元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

语音型汽车防碰撞倒车“雷达”

文 / 王南阳

汽车倒车时，扬声器不断发出“嘀、嘀、嘀，倒车，请注意”的提醒语句。当倒车进入汽车后视“电子眼”的探测范围内时，每间隔一定距离，便会有洪亮清晰的语音播报汽车与后方障碍物之间的实际距离，以提示驾驶员安全准确倒车。本文将要介绍的这款新型电子防碰撞倒车装置，就是平常人们所讲的“会说话”的汽车倒车“雷达”。

一、EMC8360简介

EMC8360单片语音微处理器是语音型汽车倒车“雷达”电路中起核心作用的大规模CMOS集成电路。图1是EMC8360内部电路框图，它主要由微处理器、采样时钟、逻辑控制、语音ROM、数据RAM、大容量音色库、通信接口、左／右声道输出驱动及稳压器等电路单元组成。

EMC8360主要电路特性为：内建加强型8位DSP微处理器；内部运算频率可达66MHz(典型值为48MHz)；内建4MB只读存储器ROM；内建8KB静态读写内存SRAM；内建RC基频振荡电路及数字倍频控制PLL电路；内建2组混音滤波运算放大器；内建8Ω/0.5W扬声器直接驱动电路；内建8位MCU（单片机）控制接口；内建I^2C传输接口；内建256阶合成音量调整；可程序化控制内部波形处理取样频率；工作电压范围为2.5～3.5V；省电模式耗电2μA。

EMC8360目前有SDIP28P、QFN32P－MCU、QFN32P－I^2C、LQFP44P－MCU、LQFP44P－I^2C、LQFP80P－MCU、LQFP80P－I^2C等多种封装。

EMC8360单片语音微处理器适合应用于开发家电、玩具、交通、网络、通信等众多电子电器产品领域，诸如儿童学习机、防盗报警设备、广告讲解仪、智能家电、仪器仪表、理疗保健机及各类自动化控制系统等等。

图2所示是EMC8360－SDIP28P的引脚排列图。表1为引脚功能表。

二、电路原理

这种所谓的汽车倒车“雷达”，其实是超声波测距的经典应用实例之一。图3是该汽车倒车“雷达”电原理图，

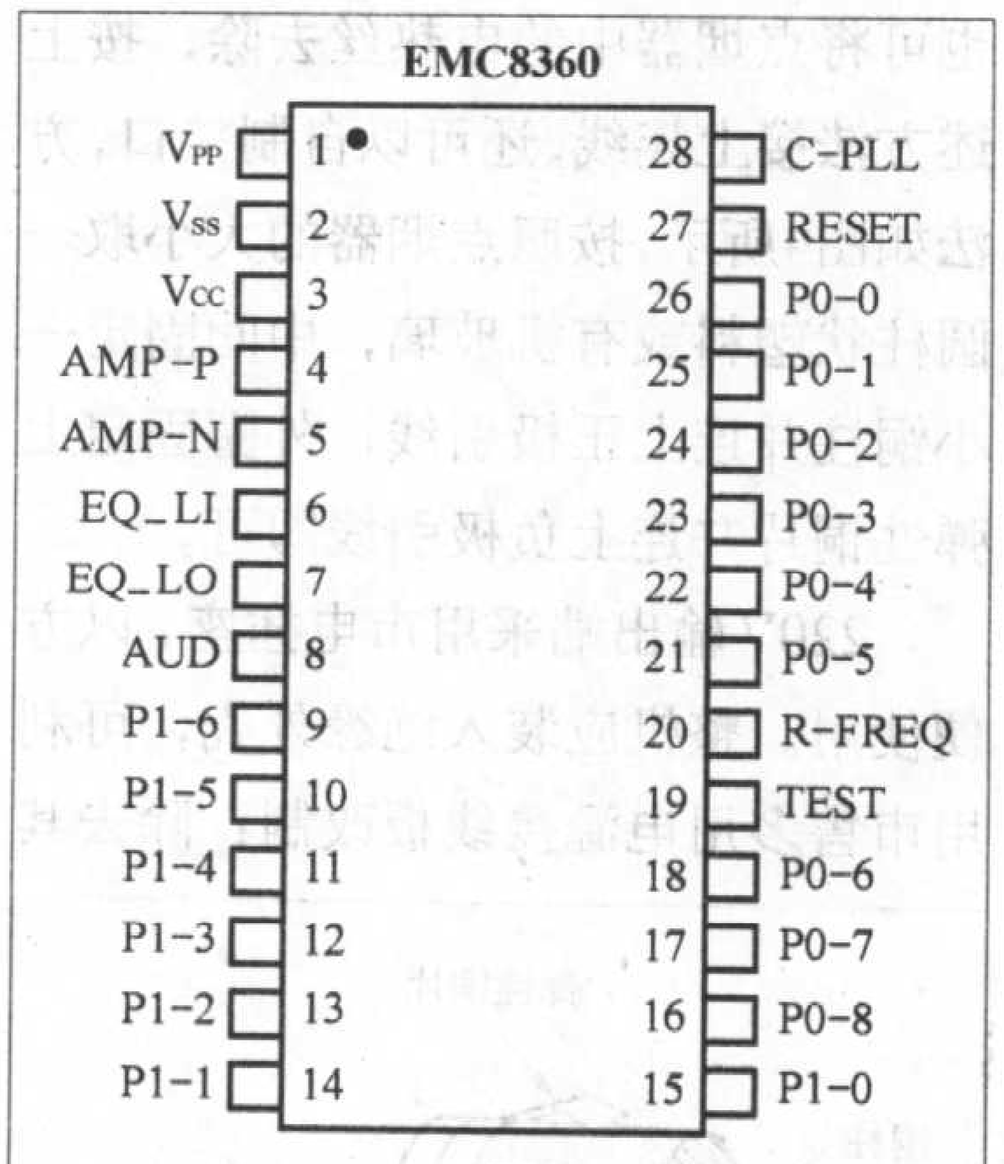


图2

表1

引脚号	引脚名	功能描述
1	V_{PP}	系统编程正电源端（+）
2	V_{SS}	电源负端（－）
3	V_{CC}	电源正端（+）
4	AMP－P	直接驱动扬声器
5	AMP－N	直接驱动扬声器
6	EQ_LI	左声道滤波OP输入端
7	EQ_LO	左声道滤波OP输出端
8	AUD	单声道音频输出端
9	P1－6	系统备用I/O口
10	P1－5	系统备用I/O口
11	P1－4	系统备用I/O口
12	P1－3	系统备用I/O口
13	P1－2	系统备用I/O口
14	P1－1	系统备用I/O口
15	P1－0	系统备用I/O口
16	P0－8	超声波发送脉冲输出端
17	P0－7	超声波接收脉冲输入端
18	P0－6	系统备用I/O口
19	TEST	系统测试端
20	R－FREQ	系统RC振荡频率外接电阻端
21	P0－5	系统备用I/O口
22	P0－4	系统备用I/O口
23	P0－3	系统备用I/O口
24	P0－2	系统备用I/O口
25	P0－1	系统备用I/O口
26	P0－0	系统备用I/O口
27	RESET	系统重置信号端
28	C－PLL	系统PLL外接电容器

它主要由超声波发送、超声波接收、检测单元、时间计测、语音播报等单元电路组成。EMC8360执行内部程序来产生超声波发送脉冲，由IC1的P0－8口送出，发送脉冲频率为40kHz（频率为40kHz左右的超声波在空气中传

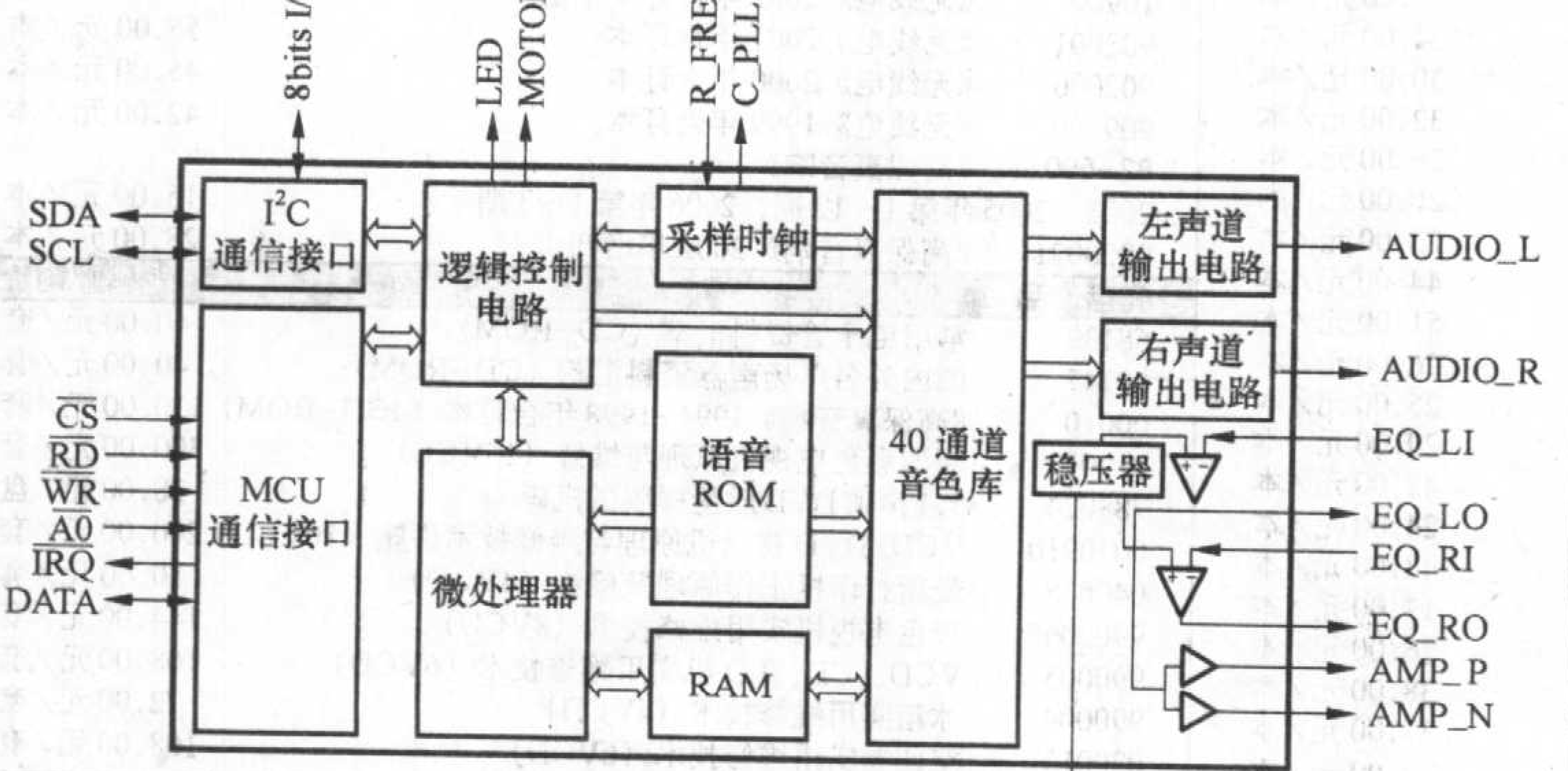


图1

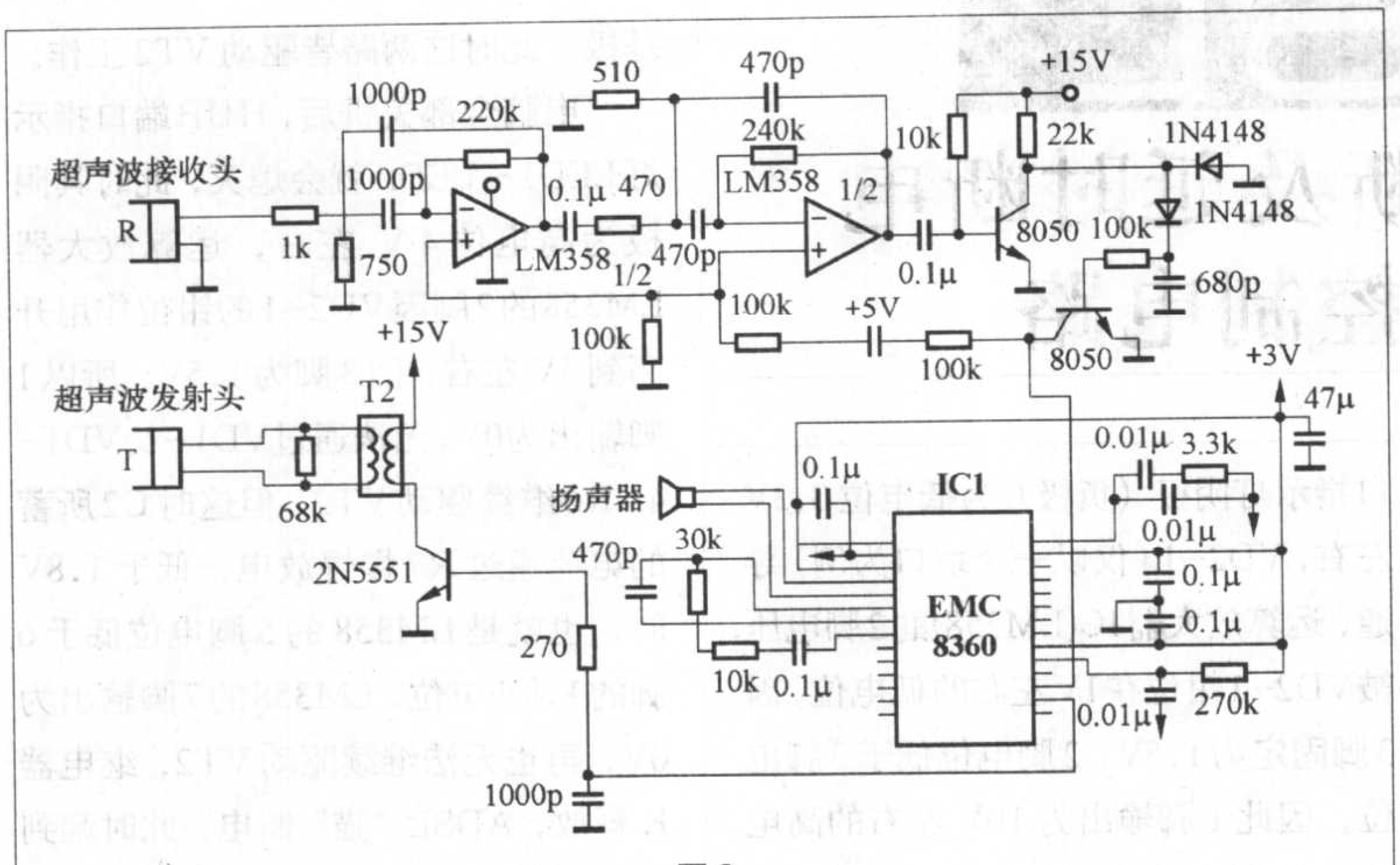


图3

播的效率最佳)，其脉冲宽度及脉冲间隔均由程序控制。脉冲宽度约为125μs。脉冲发送间隔取决于要求测量的最大距离等。由三极管2N5551将信号放大，经脉冲变压器T2（变比为1：10）升压后，最后由超声波发送换能器T将电脉冲信号转换为40kHz的超声波定向往外辐射。

当超声波遇到物体反射的回波被接收换能器R接收，由于在距离较远时接收的回波信号较弱，转换成电信号的幅值也较小。电路中采用了两级LM358运算放大器对微弱电信号进行充分放大。放大后的交流电信号送入8050三极管比较器将信号整形为方波信号输出，然后再由下一级三极管8050放大后，直接输入到IC1的P0–7口。EMC8360片内的微处理器立即响应，产生播报语音输出。

本装置中的超声波发射器和接收器均采用UCM40型压电陶瓷发生器（或称传感器），它们都是利用压电晶体的谐振来进行工作的。压电式超声波发生器内部有两个压电晶片和一个共振板。当在它的两极片之间施加频率等于压电晶片的固有振荡频率的脉冲信号时，压电晶片将产生共振，并带动共振板振动而产生超声波，由电信号转换成为机械能，这便是超声波发射器。反之，如果压电晶片的两电极间未外加脉冲电压，当共振板接收到超声波时，将压迫压电晶片产生振动，由机械能转换成为电信号，这时就成了超声波接收器。

EMC8360内部的语音ROM固定存储了14段语音信息，具体语音内容详见表2。

该汽车倒车“雷达”的最大测量距离设计为3m，当汽车倒车时超出该有效测距范围时，扬声器便自动发出“嘀、嘀、嘀，倒车，请注意”的提醒语句；当倒车时达到有效测距范围内（即为3m）时，每隔0.5m播报2遍距离语音；当倒车进入1.2m范围内，每隔0.2m播报2遍距离；当进入0.6m范围内，每隔0.1m播报2遍距离。当达到与后方障碍物之间的距离为0.3m时，则立刻发出“停！0.3米”警告语。

表2

段号	语音内容
1	0.3m
2	0.4m
3	0.5m
4	0.6m
5	0.8m
6	1m
7	1.2m
8	1.5m
9	2m
10	2.5m
11	3m
12	停
13	请注意
14	嘀、嘀、嘀，倒车

为了满足读者开发实验新产品的需要，本文作者专门制作了部分表2的语音IC，凡有需求的读者可直接与作者联系，电话：13697436688或020–84585540。电子邮箱：hhyy8@163.net.

DT992C智能化面板校正数字万用表

一、什么是面板校正数字万用表？

面板校正数字万用表就是不用打开仪表机壳，从仪表面板上的表笔插孔输入标准信号（源），就可对仪表进行校准到与输入的信号（源）一致，大大地简化了仪表校准难度，提高了仪表的校准精度。

二、为什么经常要对数字万用表进行校准？

数字万用表由于电子元器件参数的差异及生产工艺的影响，出厂前都是利用机械电位器对仪表进行调校，为了节约成本往往是一个电位器只调一种功能的几个量程。产品出厂后在储存或使用中由于电子元器件的老化及运输过程中的震动、环境变化因素的影响，产品的准确度要产生变化，严重的会影响产品的测量精度。在误差较大时，光靠电位器进行有限的调整经常达不到要求。而且数字万用表厂家一般不允许用户自行调校，产品的技术资料也不向用户公开。所以数字万用表的调校一致是用户的难点。

DT992C智能化面板校正数字万用表（有关产品信息见本期彩页广告）在调校中不用电位器，而是将产品测量的参数数字化以后存入CPU存储器里，存入的参数如不经人为更改永不会变，仪表在可靠性方面得到大大加强，且每一量程都可单独校准，只要器件不损坏，仪表一直可校准。用户只需按说明书进行简单的操作，随时可对数字万用表进行校准。

三、DT992C智能化面板校正数字万用表有何特点？

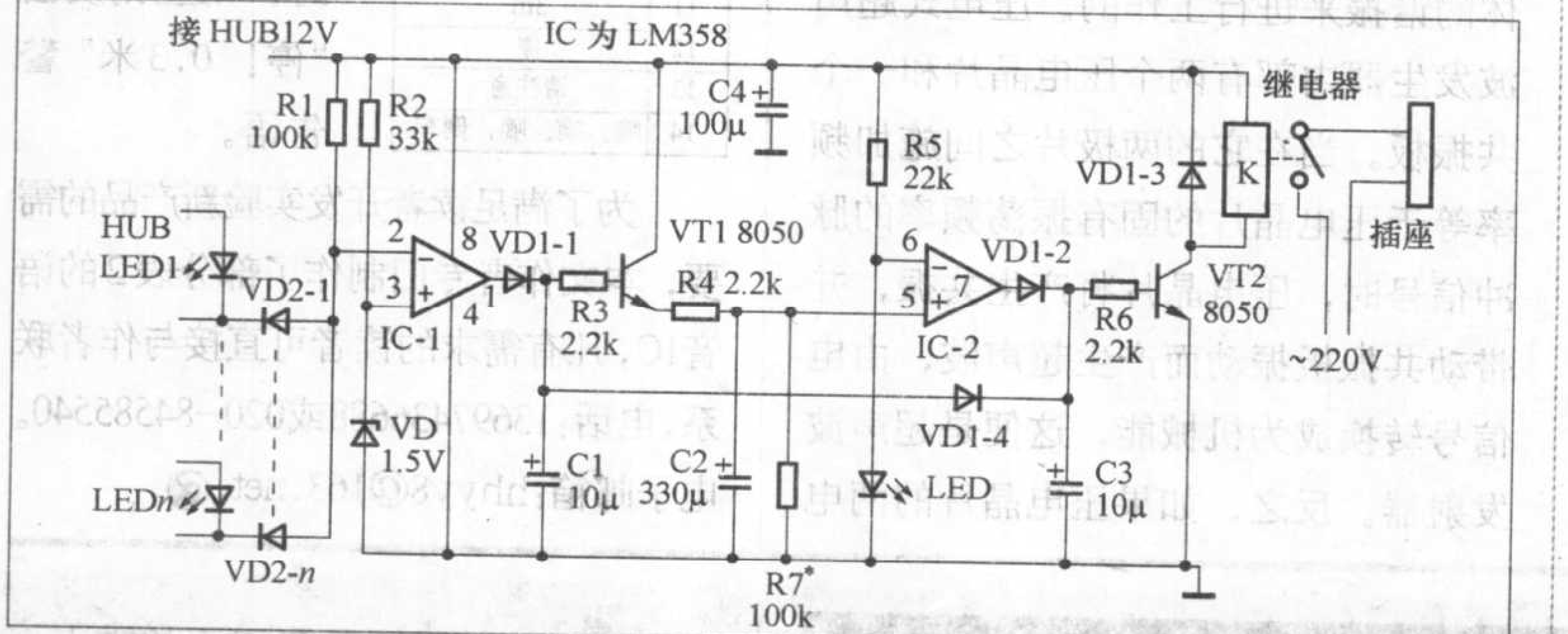
ADSL “猫”电源通断及延时断电保护自动控制电路

文/门勇志

多户ADSL共享上网“冲浪”给人们带来了乐趣，利用HUB（集线器）的端口指示灯自动控制ADSL“猫”(MODEM，调制解调器)电源(220V市电)的通与断，会更方便上网“冲浪”的朋友们。只要有任一分机开机上网，就会自动接通ADSL“猫”的电源，所有上网电脑关机后，自动延迟一定时间后自动断开ADSL“猫”的电源。既方便上网“冲浪”，又解决了ADSL“猫”不上网时的发热和电资源的浪费。现将我制作的自动控制器介绍出来与朋友们共享。

该控制器的原理图见附图。

分机开机后，相应的HUB端口指示灯LED1～LEDn就会点亮，此时端口指示灯阴极（负极）为低电位0.3V左右，VD2−1（仅以一个端口为例）导通，运算放大器IC(LM358)的2脚电压被VD2−1钳位在1V左右的低电位，因3脚固定为1.5V，2脚电位低于3脚电位，因此1脚输出为10V左右的高电位，此时输出分成两路：一路通过VD1−1、VD1−4、R6直接驱动VT2，使继电器K吸合，从而给ADSL“猫”供电，上网“冲浪”开始；另一路通过VD1−1、R3驱动VT1给C2充电，当C2的电位高于1.8V(LED的导通电压)时，即LM358的5脚电位高于6脚的1.8V电位，LM358的7脚输出为10V左右的高电位，此电位也加到VT2的基极。此时这两路皆驱动VT2工作。



电脑全部关机后，HUB端口指示灯LED1～LEDn就会熄灭，此时其阴极为高电位4V左右，运算放大器LM358的2脚因VD2−1的钳位作用升高到5V左右，因3脚为1.5V，所以1脚输出为0V，无法通过VD1−1、VD1−4、R6继续驱动VT2，但这时C2所蓄的电荷通过R7慢慢放电，低于1.8V时，也就是LM358的5脚电位低于6脚的1.8V电位，LM358的7脚输出为0V，再也无法继续驱动VT2，继电器K释放，ADSL“猫”断电。此时起到了延时断电的功能，保护ADSL“猫”不受频繁启动电流的冲击。C2和R7的大小，关系到延时断电时间，可以根据自己的实际需要来确定，这里设定为4分钟左右。

C1用来防止因数据传输时HUB指示灯的间歇闪动而使IC1脚输出不稳定。C3是为了增加VT2的抗干扰性。VD2−1～VD2−n、VD1−1、VD1−2、VD1−4选用1N4148，VD1−3选用1N4007。

12V电源取自HUB的12V电源端（HUB的电源容量完全胜任），取样端（如VD2−1的阴极）直接用细电缆焊在HUB电路板背面端口指示灯的阴极（负极）上，电路板制成后仅5cm×8cm，在HUB中完全放得下。这样平时只有HUB的电源在工作，只在有分机上网时，ADSL“猫”的电源才接通。

1.DT992C智能化面板校正数字万用表在设计中采用了专用芯片，仪表通过专用芯片（CPU）来处理经数字化处理、存储、管理的测量参数，依靠数字校准保证数字表各量程准确度。仪表在校准状态时输入一个标称值，此值经A/D采样后，被送到LCD显示。当操作者观察到显示值与输入标称值有差异时，启动CPU校准程序，CPU会将差异值记录下来，将测量结果校正为输入标称值，并自动产生一系数存于存储器。仪表在以后测量时，会自动将A/D采样后的测量结果和存储器中测量系数相乘，最后以准确的结果显示出来。

2.用户可以自己校准，过程简单可靠。用户在使用数字万用表后，遇到需要校准时，不可能返回工厂校准。传统数字万用表都采用电位器来调整各量程准确度，仪表需要重新调整时，必须打开机壳，寻找与量程对应的电位器，细心慢调，且一般产品出厂时不带调试工艺，使用者也不一定轻易能校准仪表。面板校正将复杂的校准程序全部固化在芯片中，使用者只要按说明书校准步骤操作，不需打开外壳，只要按一下按键就可将任一量程校准。如操作有误时，只需按步骤重新校准即可。

3.面板校正数字万用表在准确性、可靠性、长久性方面优于传统数字万用表。

4.DT992C全功能设计有过载保护，仪表装有1100V防浪涌放电器，能更好保护仪表不被烧坏。仪表还利用单片机技术管理、显示各测量单位量纲及测量时对应的插座位置（提示您不要插错位置）。液晶显示内容丰富多彩。（资料室）

巧改摩托车防盗器
实现遥控关机及自动开机

文/涂南均

本人新买的摩托车，加装了遥控防盗报警器，又添加了4只元件，改装成可以遥控关机，又可以自动开机的非常实用的防盗器。

改后特点

1.用原防盗器配遥控器在100m范围内可以实现遥控关闭防盗器电源。

2.关闭防盗器电源后，在每次使用车辆时（即在打开锁头电门时）会自动接通防盗器电源，从而不影响车辆防盗性能。

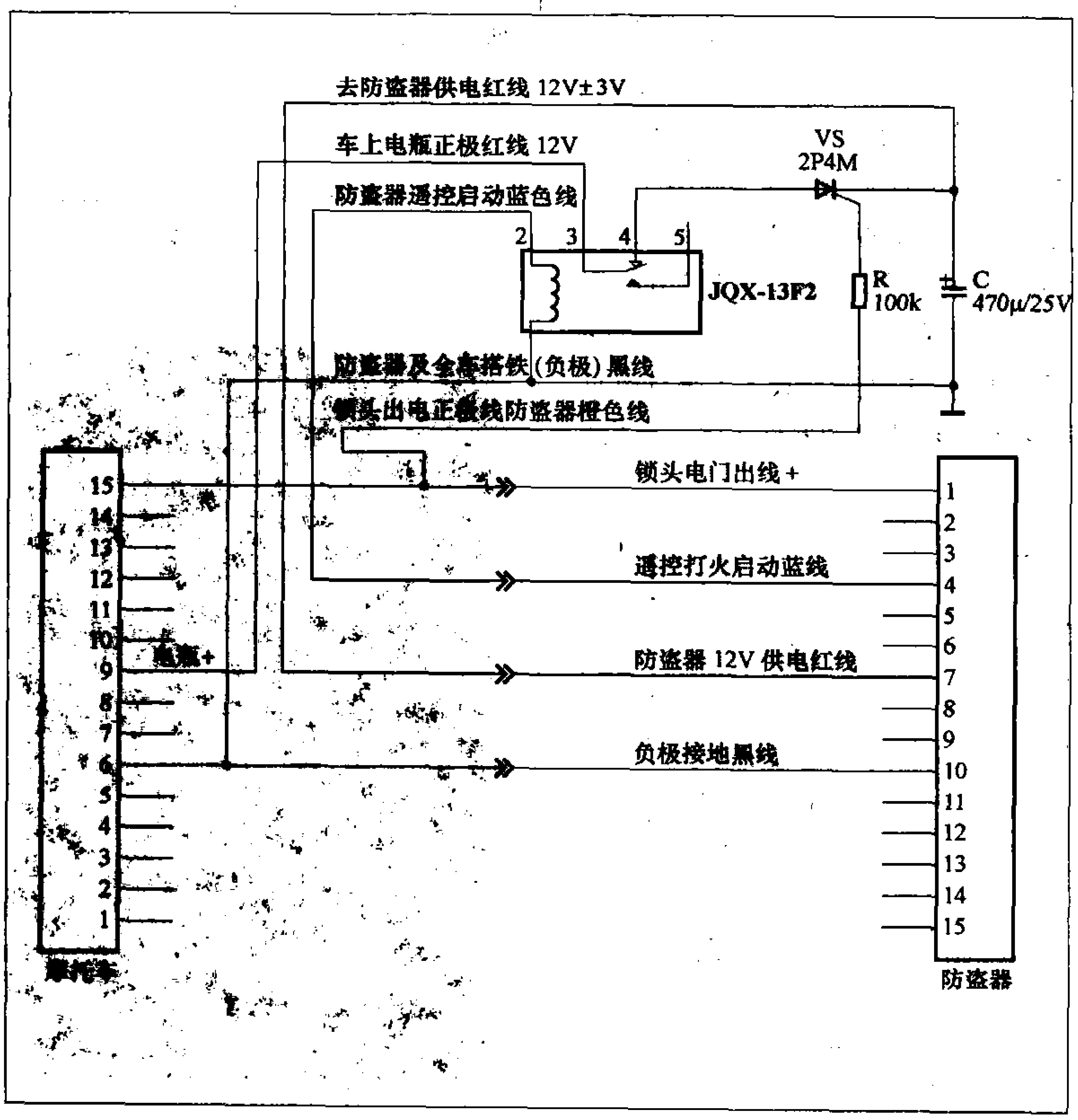
3.遥控关闭键用的是遥控器上的“遥控启动”键，从而保证遥控器完整性。

4.改动位置在防盗器连接插头之外，不须拆动防盗器自身部件，从而不影响防盗器的售后服务问题。

改装电路连接图如附图所示。

工作原理

在停车后防盗器处于断电关闭状态时，车辆电瓶出来的12V电压经继电器的常闭触点送到晶闸管VS的阳极，由于锁头电门处于关闭位置，晶闸管无触发电压而截止，防盗器无12V供电处于停用状态，当要使用车辆时，打开锁头电门，锁头电门出来12V电压经过电阻R加到晶闸管控制极，晶闸管触发导通，12V电源经晶闸管加到防盗器，防盗器开始工作，由于晶闸管导通特性，即使此时停车关闭锁头电门，晶闸管照样导通，防盗器照样通电工作，从而不影响车辆安全性能。



当需要停用防盗器（关机）时，按照车辆遥控打火启动程序，按下遥控器上的“启动”键两次，防盗器遥控启动蓝色线输出12V启动电压加到继电器JQX-13F2线圈上，于是继电器得电动作，其常闭触点脱开，晶闸管VS阳极因瞬间断电而进入截止状态，防盗器便失去12V供电，达到关机停用目的。

在下一次使用车辆打开锁头电门时，晶闸管VS控制极又得电触发导通，12V电源重新加到防盗器，防盗器又开始工作，如此周而复始便实现防盗器的遥控关机、自动开机功能。

注意事项：继电器要选用质量好一些的或如图中的JQX-13F2，双触点要并联使用，要将复位弹簧调紧一些，并且要垂直安装于车辆上，还要加橡胶垫子，主要目的是防止由于行驶途中震动过大时继电器常闭触点瞬间抖动脱开，使防盗器意外失电而失去防盗功能，影响车辆安全（最好是在安装完成后，在防盗器得电工作，开锁状态进行大幅度震动抖动试验，以验证其抗震可靠性）。另外在每次停车后，正常防盗器要延时10秒钟左右发出鸣叫声音信号，提示车主开启防盗系统，这也是判断防盗器是否得电正常工作的一个最佳方法。

数字温度传感器 DS1825

文 / 杨德印

DS1825是美国美信公司推出的数字温度传感器芯片，该芯片测温范围为−55℃～+125℃，在−10℃～+85℃温度范围内测量精度为±0.5℃。测温时可由用户选择9～12位温度分辨率，并可由用户在芯片内进行高、低温报警门限的非易失编程。当微处理器按照软件设定的周期读取芯片数据时，芯片可在最长750ms时间内将测量温度转换为12位数字信号（若采用9位分辨率则为93.75ms）。当测量温度超过报警门限时，芯片会设立一个标志位，微处理器根据报警搜索命令读取该标志位后，按程序设定作出适当的处置。DS1825作为从器件，通过一条总线与主机（微处理器）通信，该总线是生产厂商注册有知识产权的一种专有通信模式，与主机的通信只需要一条数据线(当然要有地线配合)。另外，DS1825除了可由V_{DD}端供电外，还能直接从数据总线上获取寄生工作电源，使用寄生电源时将V_{DD}端接地。这种供电模式可使PCB设计更趋简化，芯片无须外围元件，应用电路简洁的优势发挥得淋漓尽致。DS1825采用8引脚μ SOP封装，工作电源范围为3.0～3.7V。引脚排列及名称见图1，引脚功能说明见附表。

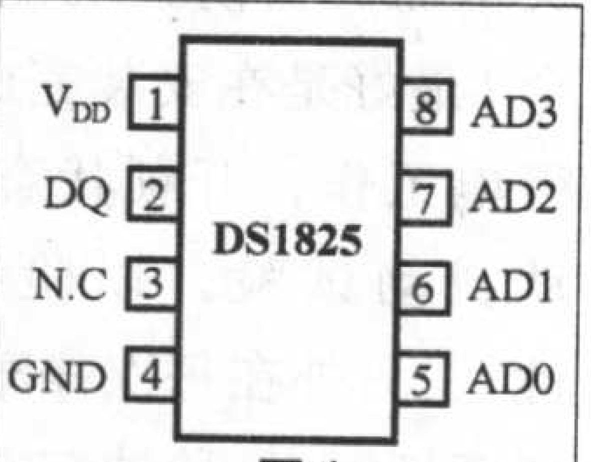


图1

工厂生产时，每片DS1825都赋予了惟一的64位序列号，存储在片内ROM中。因此，可以用一个微处理器控制分布在较大区域内的多个DS1825温度传感器。同时，该芯片具有AD0～AD3共4条地址线，可以识别系统中16个特定的温度传感器，缩小了查表范围，并可确定其物理位置。这在总线上具有16个以内的器件时非常方便。

附表

引脚号	符号	功能说明
1	V_{DD}	电源正端
2	DQ	数据I/O端，接总线
3	N.C	空引脚
4	GND	接地端
5	AD0	地址引脚0（最低位）
6	AD1	地址引脚1
7	AD2	地址引脚2
8	AD3	地址引脚3（最高位）

DS1825的具体应用电路见图2和图3，分别由V_{DD}和总线供电。总线与电源端应连接一个数千欧上拉电阻。由于芯片的静态电流仅500nA，激活电流（测温数据A/D转换或向片内ROM读写数据时）典型值为0.65mA，而激活的器件最多为一个，所以选用千欧级的上拉电阻在技术上是合理的。当系统总线连接的器件较多，且由总线寄生供电时，可考虑选有源器件作上拉电阻。

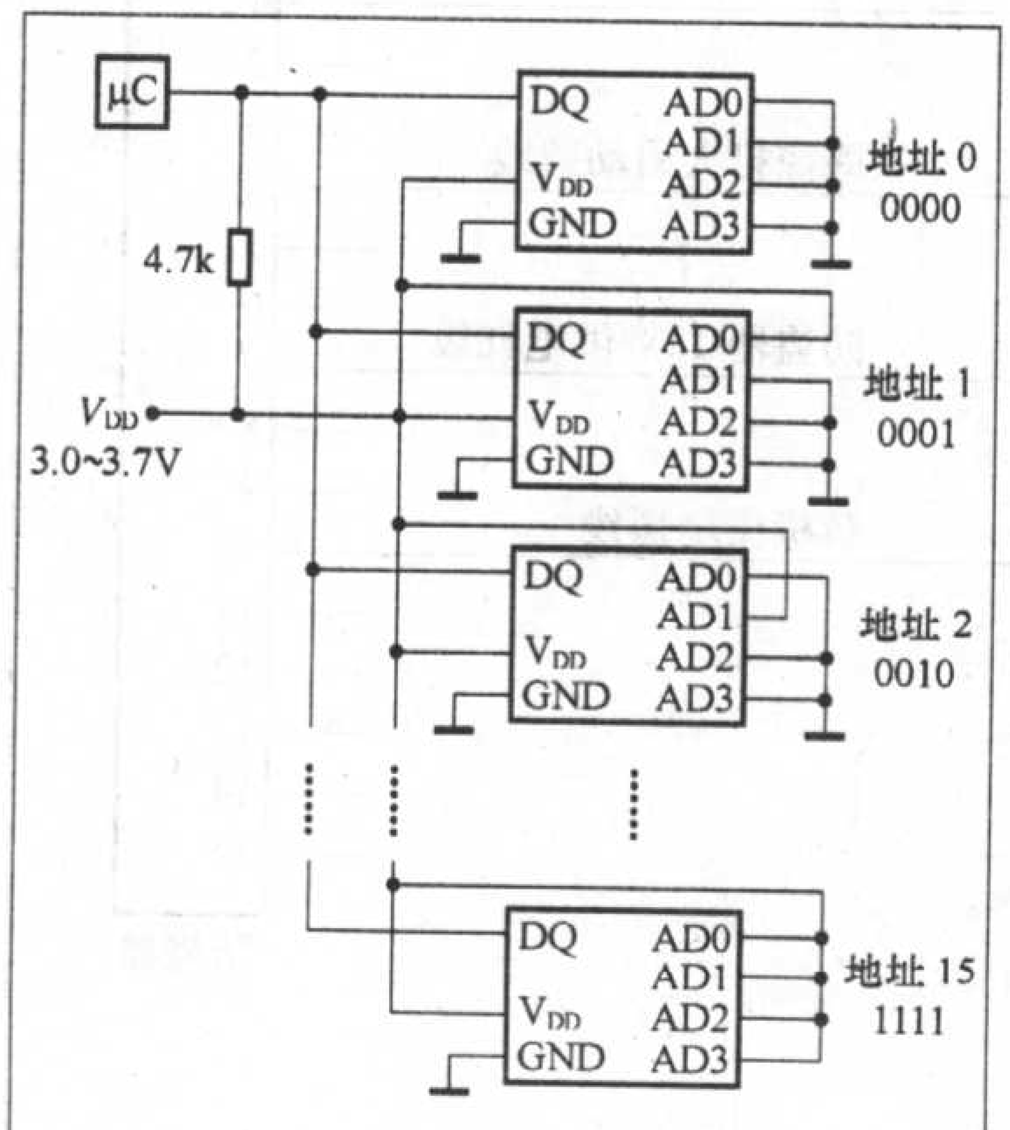


图2

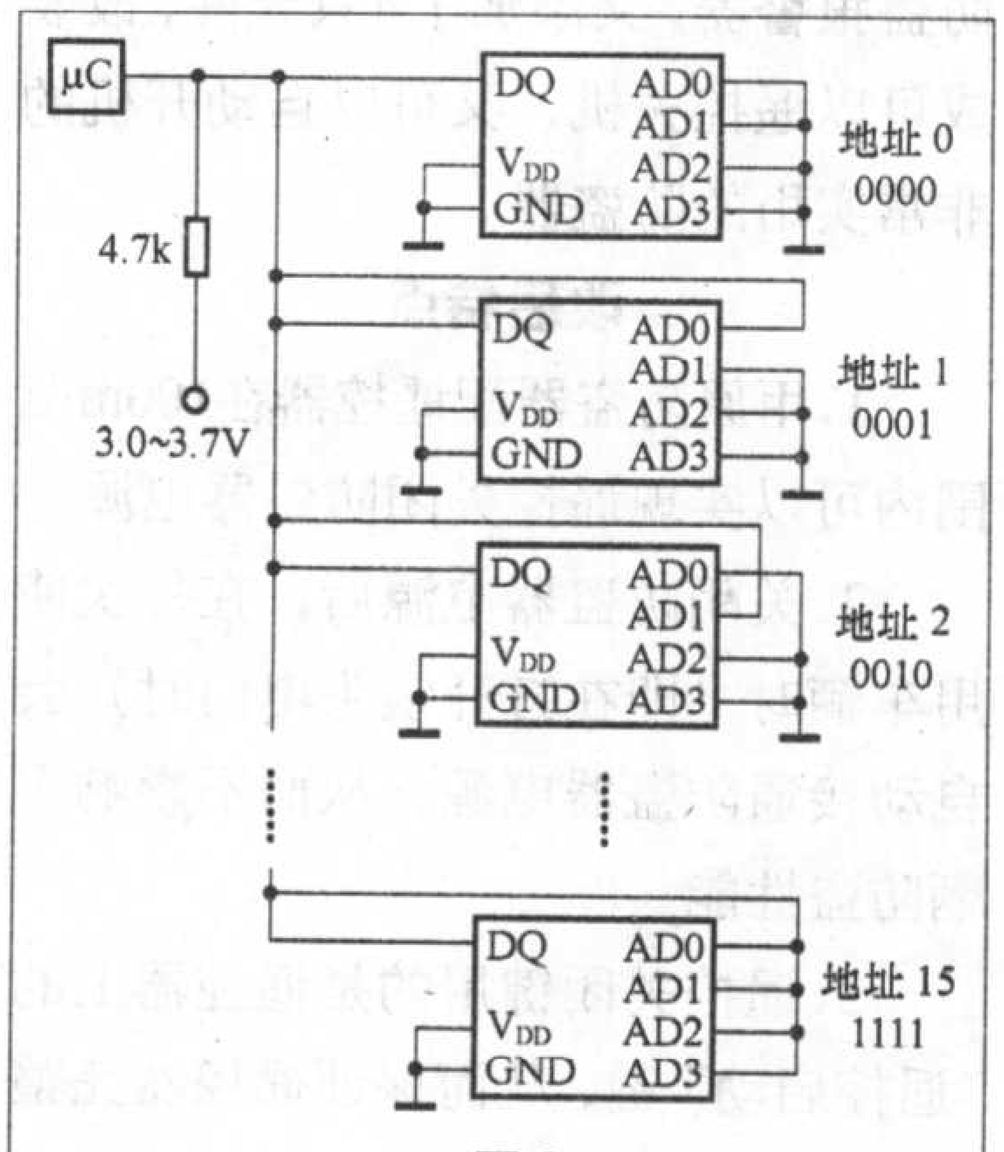


图3

DS1825可广泛应用于计算机/服务器、温度敏感系统、医疗仪器、便携式应用及温度测试设备等。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

主要专题版块
广播与收音机　火腿之家
发烧影音　二手市场
软件地带　创意无限

用定时集成电路CD4541组成的定时供电器

文/龚立中

定时供电器的电路如图1所示，图2是定时集成电路CD4541引脚功能图，图3是CD4541内部框图。

一、CD4541简介

定时集成电路CD4541用途十分广泛，众多功能的引脚状态设定可供设计者有广阔的想象空间。

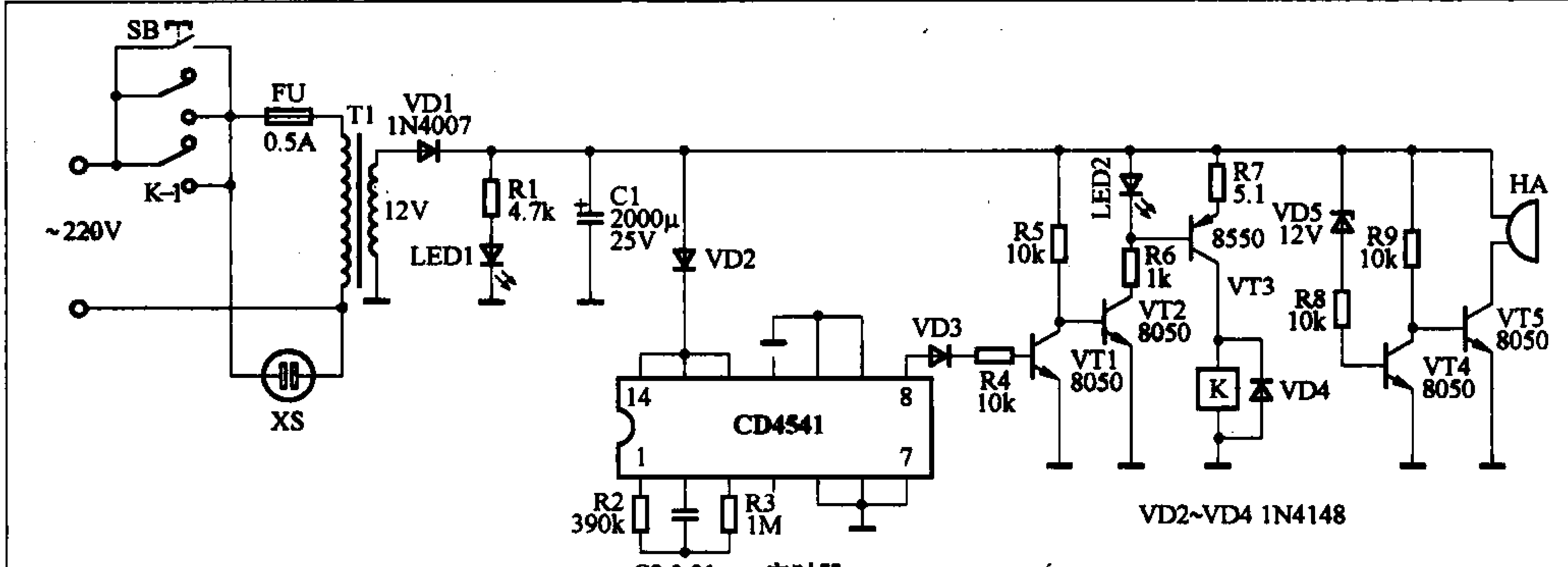


图1

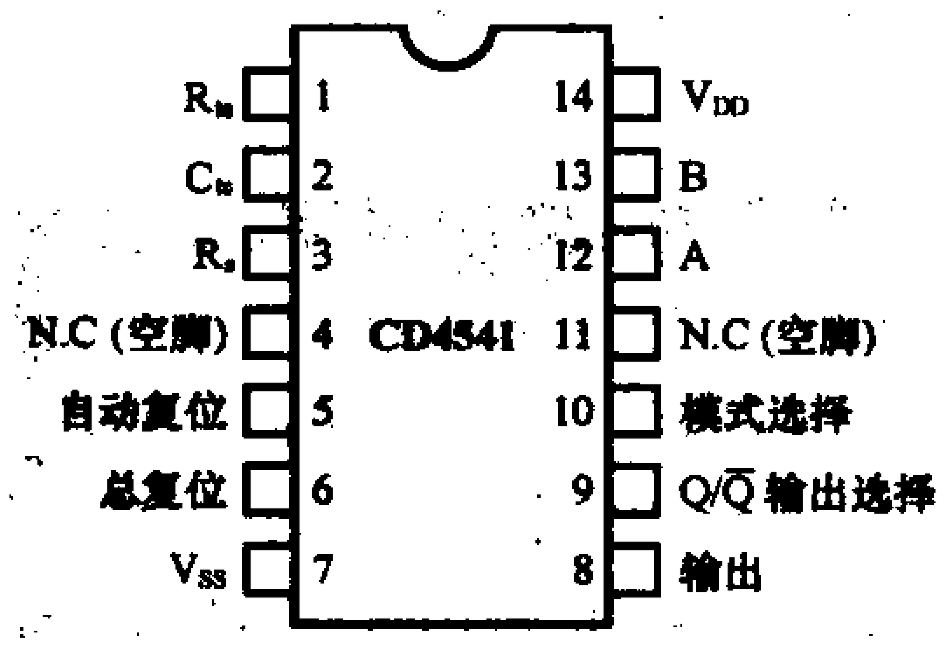


图2

1.CD4541的引脚功能

由图2可见，1～3脚是内部低功耗RC定时振荡器的外引脚，1脚接定时电阻R_{tc}，2脚接定时电容C_{tc}，3脚接的电阻Rs必须满足大于10kΩ和大于$2R_{tc}$两个条件。振荡频率$f=1/(2.3\cdot R_{tc}\cdot C_{tc})$

振荡周期$T=(2.3\cdot R_{tc}\cdot C_{tc})$，振荡频率范围可从直流到100kHz。

表1是5、6、9和10脚的电压状态为低电平“0”和高电平“1”时的电路功能。5、6脚为复位端。

9脚为输出逻辑电平选择端，即输出端的开始状态选择端，该引脚的高低电平影响8脚输出端的起始电平，如9脚为低电平“0”时，定时计数开始，8脚输出端为低电平，定时结束时，8脚输出端为高电平。

10脚为模式状态选择端，如10脚为低电平“0”时，定时电路为单循环模式，即电路一次循环后复位停止；10脚为高电平“1”时，电路为循环模式，即电路将反复循环，8脚输出端的高低电平输出也将反复循环。

表2是电路可使用的计数倍率选择端，通过对12脚（A端）和13脚（B端）的电平控制来选择计数的倍率。

2.CD4541的其他功能

RC定时振荡器可满足一般的计时需求，如要比较精密的计时，可由3脚外接时钟脉冲，此时外接的定时电阻R_{tc}、定时电容C_{tc}和电阻Rs均不接。

在电源接通时全部计数器自动复位。复位期间（自动和总复位）振荡器不耗电。

CD4541的特性：CD4541的电源电压范围为3.0～15V；高抗噪声度为0.45V_{DD}；最大输入漏电流1μA(15V)；高输出驱动，最小为1个TTL负载；计数是按时钟脉冲的上升沿增加。

二、定时供电器的整机电路分析

在图1中，用电器的插头插在插座XS上，当按下常开按钮SB时，平时断电的定时供电器得电，变压器T1将220V交流电降至12V，经VD1整流为定时集成电路CD4541供电，从前面的分析可见定时集成电路CD4541的5、6脚接低电平，电路接通即自动复位并且定时器马上开始工作。9、10脚接低电平，电路开始时输出端为低电平，然后定时结束时，复位为高电平，整个电路为单循环模式。

在定时计数期间，8脚输出端为低电平，三极管VT1截止，VT2导通。LED2指示在计数期间，VT3也导通，

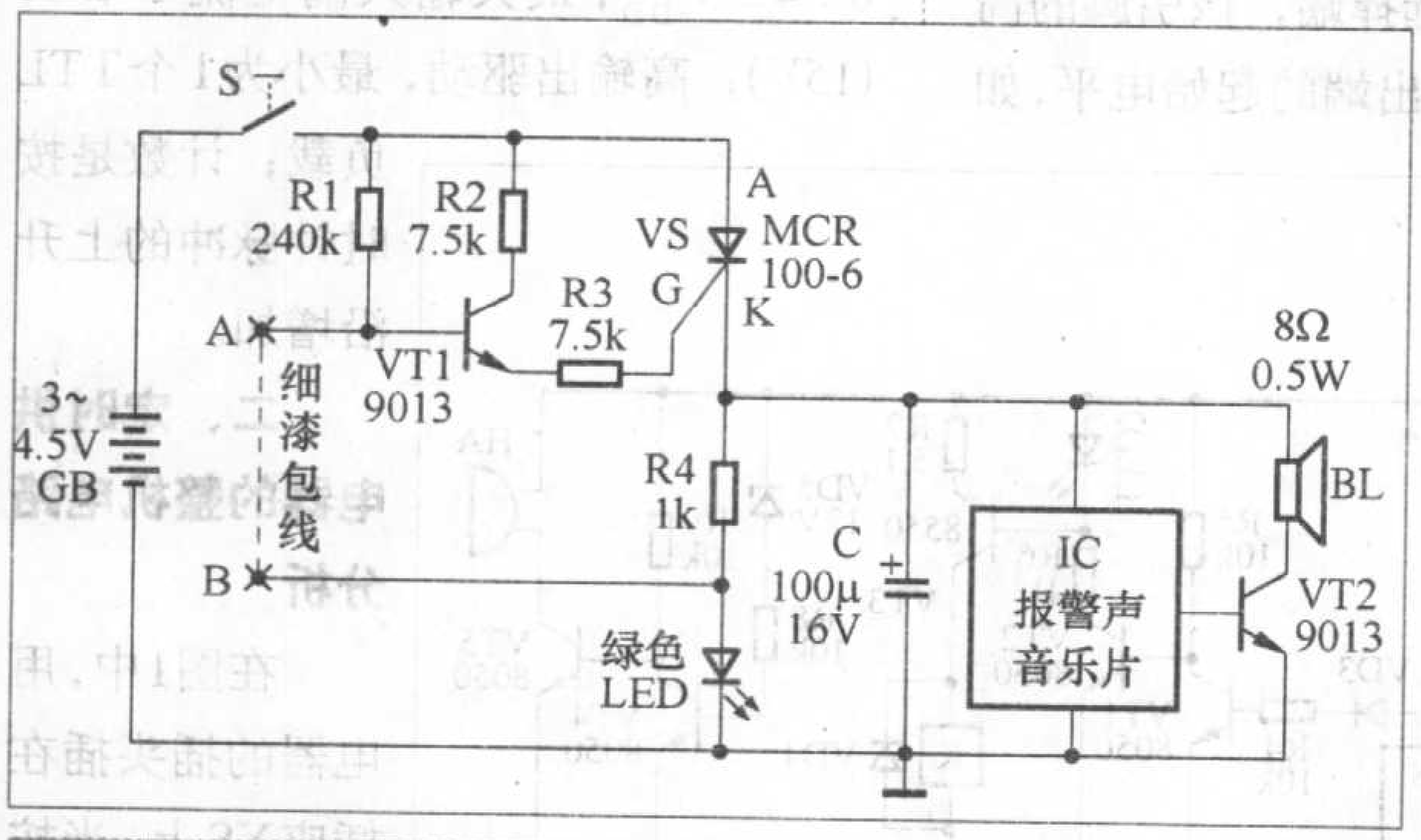
表1

引脚	状态	
	0	1
5	自动复位	不自动复位
6	定时器工作(总复位关)	总复位
9	开始时输出端为低电平，然后复位为高电平	开始时输出端为高电平，然后复位为低电平
10	单循环模式	循环模式

家用型断线防盗报警器

文/刘 峰 周炳峻 郭小芬

该防盗报警器采用5号干电池供电，结构简单小巧，工作稳定可靠，特别适合于家庭使用。电路工作原理图如附图所示，电阻R1、R2、R3、三极管VT1、单向晶闸管VS组成了电子自锁开关，报警音乐IC、VT2、扬声器BL组成报警发声电路，电阻R4、绿色发光二极管LED组成报警指示电路，电容C可抑制音乐片工作时供电电压的波动。布控时只需将细漆包线安装在门窗、橱柜、贵重物品外包装等之上，把报警器主机放置在卧室或不易察觉的隐蔽处，并连接好A、B两点，闭合电源开关S，由于LED的下拉钳位作用，A点电压仅为0.5V左右，不能使VT1导通，VS也截止，报警器处于警戒状态。如果漆包线被窃贼扯断，A点电压就会立即上升使得VT1饱和导通，并通过R3触发VS导通，报警发声电路得电工作发出洪亮的报警声，同时LED也指示发光。根据晶闸管的特性，一旦导通后，即使重新短接漆包线，撤掉触发电压，也仍能维持导通状态，除非加在其两端的电压消失或流过其中的电流减少到某一定值，才会截止，这就实现了自锁功能。这时要想强制解除警报只能断开开关S，否则报警声将不绝于耳，从而确保了你的财产安然无损。



制作时，整个电路可安放在成品门铃外壳内，因能充分利用门铃电池和扬声器的安装位置，既省事又漂亮，开关S安装在外壳面板合适位置，A、B两点用导线引出并注意在绕制过程中导线不要相互缠绕。其他元器件也没有什么特殊要求。需要注意的是，报警音乐IC的触发端要与电源正端可靠相连，确保通电就能工作发声。

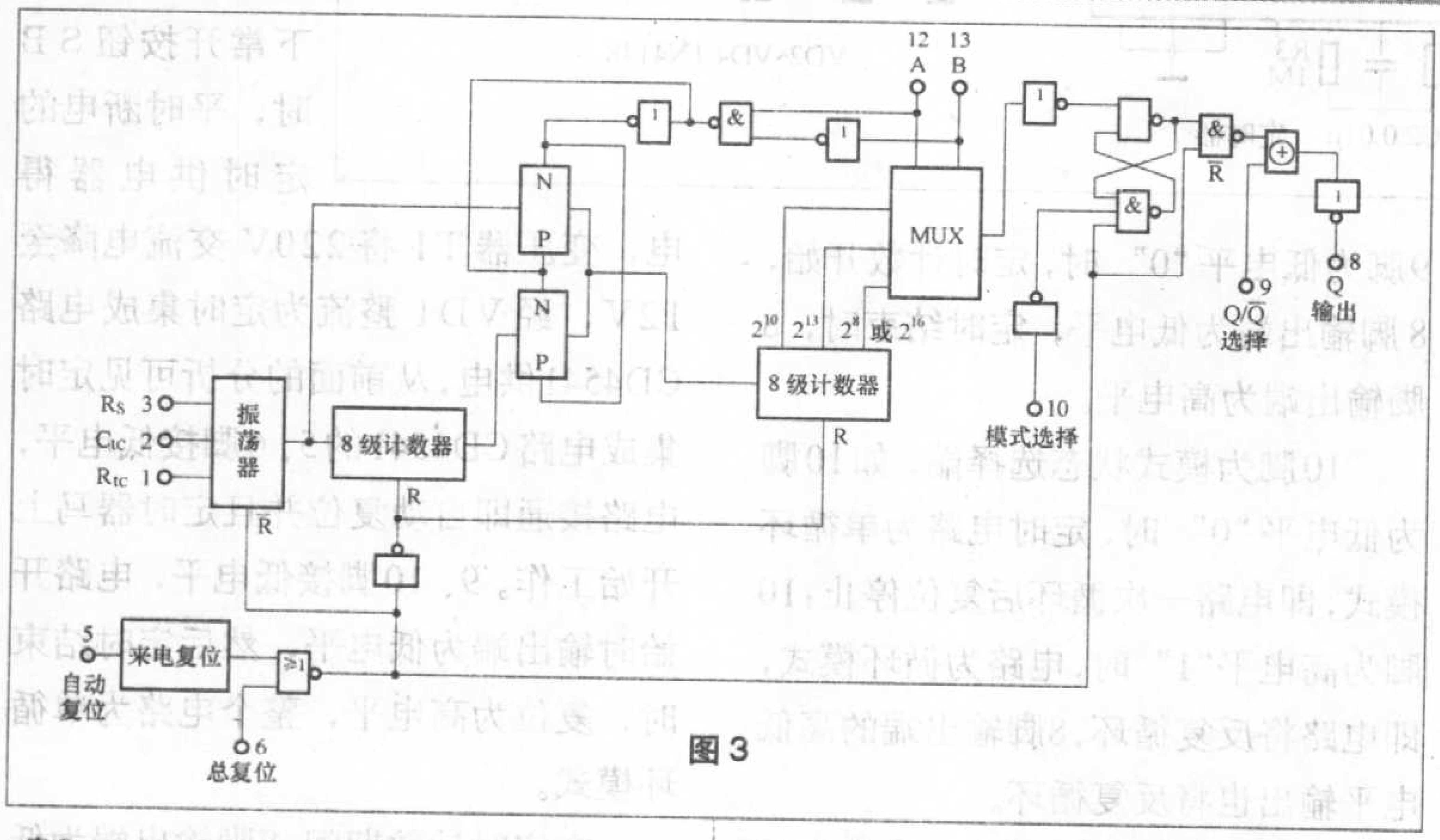


图3

表2

A（12脚）	B（13脚）	计数级数n	计数(2^n)
0	0	13	8192
0	1	10	1024
1	0	8	256
1	1	16	65536

继电器K吸合，继电器的触点K−1将用电器接入220V交流电源。实际上，在按下常开按钮SB的同时，继电器的触点K−1就吸合了，松开按钮SB时，电路已经自锁，开始工作了。

当定时结束时，CD4541的8脚输出端为高电平，使三极管VT1导通，VT2截止，VT3也截止，继电器K断开，继电器的触点K−1将用电器与220V交流电源断开，定时器电路也断电。

发声器电路由VT4和VT5组成，定时器正常工作时，电源电压超过12V，VD5导通，使VT4导通，VT5截止，蜂鸣发声器HA无声；定时器电路断电后，电容器C1上的电压逐渐降低，当电压降低到无法击穿VD5时，VT4截止，VT5导通，蜂鸣发声器HA发声，告知电路工作结束了。发声器HA发声时间的长短由电容器C1的容量大小决定。LED1为电源指示灯。

在图1中，设定的定时时间为5分钟。定时集成电路CD4541的12、13脚接高电平， 计数级数n=16， 计数为65536（即2^{16}）个循环。当R_{tc}=390kΩ，C=0.01μF时，T=（2.3·R_{tc}·C_{tc}）=0.00897秒，65536T即9分47.85792秒，单循环模式时，从低电平到高电平仅1/2个周期，所以计算得定时时间为4分54秒，实测定时时间为4分48秒，与设计要求相符。安装时要选用精度等级较高的电阻和电容，以免定时误差太大。

“三知杯”第三届军地电子制作邀请赛

通知

两年一度的全国大学生电子设计竞赛是以提高大学生动手能力、创新能力、创新意识和团队精神为宗旨的综合性比赛，作为各高校电子类本科生中影响最大的全国赛事，成为各高校展现自身创新能力，以及素质教育成果的舞台。

国防科技大学作为全国重点大学，也是全国首批进入国家“211工程”建设并获中央专项经费支持的全国重点院校之一，在自主创新上有着优良的传统，并且在近几届全国电子设计竞赛中取得了优异的成绩。

为了继续活跃校园的科技创新氛围，增强在校学生的动手能力和创新意识，促进院校之间的学术交流与合作，第十届电子科技苑组委会与湖南各大高校、《无线电》杂志社合作，举行第三届军地大学生电子制作邀请赛，旨在通过组织一次高水平的邀请赛，达到交流经验、增进友谊、促进共同进步的目的。比赛具体事项如下：

参赛对象：全国各高校在校本科生

参赛方式：电子制作成品及论文报告

比赛形式：

(1) 命题式：选手以三人一组，按试题要求进行实物制作和提交论文

(2) 自由制作：选手人数不限，作品类型不限(**《无线电》杂志社注**：若时间有限，读者可将自己以前的成熟制作项目按本次比赛要求重新整理后参加自由制作赛)

比赛时间：3月5日至4月5日

评审时间：4月15日至4月25日

参赛说明

1.参赛对象包括全日制在读本科生、大专生。参赛人员应于比赛截止日期之前把选手资料（学校、年级、专业、姓名、性别、辅导老师）通过E-mail发送到eyuan10@163.com。

2.试题已在电子科技苑主页（www.eyuan10.com）上公布，网上公布时间：3月5日。

3.参赛作品中的自由制作赛要求制作一个设计新颖的电子小作品，题目、内容不限。

4.作品须包括实物和制作报告，制作报告包含电路原理图、源程序、测试数据以及测试方法，同时提供电子版论文报告。

5.参赛作品参加评测后，将由主办方全部寄回。

6.评分标准依据全国大学生电子设计竞赛标准，邀请湖南各高校知名专家进行评测，评测细节、评测结果将在电子科技苑官方网站上发布。

7.参赛作品请于4月10日之前邮寄至：湖南长沙国防科技大学四院一队电子科技苑组委会。邮编：410073。联系电话：0731-4536480。电子版资料打包发送至eyuan10@163.com。对于外地选手的作品提交以邮包的邮戳时间为准。

奖励细则

1.命题赛

特等奖 1组 证书、奖杯、奖金 1000元
一等奖 2组 证书、奖杯、奖金 500元
二等奖 3组 证书、奖杯、奖金 300元
三等奖 5组 证书、奖杯、奖金 200元

2.自由制作赛

特等奖 1名 证书、奖杯、奖金 500元
一等奖 2组 证书、奖杯、奖金 300元
二等奖 3组 证书、奖杯、奖金 200元
三等奖 5组 证书、奖杯、奖金 100元
优秀奖 包括命题类和自由制作类共30组，各奖价值50元精美礼品一份。

我们相信通过我们的共同努力，一定能使这次邀请赛获得圆满成功。希望大家通过本次竞赛创作出优秀的高水平作品，为各高校在不断提高学生的创新实践能力的征程中画下光辉的一笔。我们真诚期待着您的热情参与。

主办单位：国防科技大学电子科学与工程学院

承办单位：第十届电子科技苑组委会 长沙三知电子有限公司

协办单位：《无线电》杂志社

试题

A题 语音处理与传输系统设计

一、任务

设计制作语音处理与传输系统，调制解调方式不限，发送端进行编码后，调制发送，接收端进行解调、解码，恢复语音。示意图见图1。

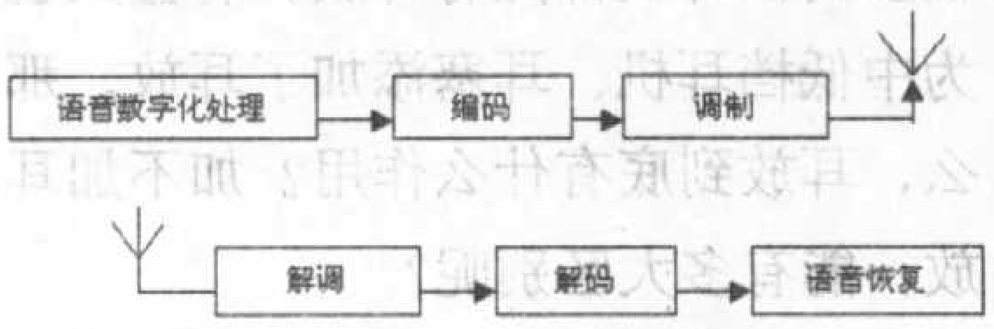


图1

二、基本要求

(1)语音数字化处理速率要求：4～13kb/s，编码方式、调制方式不限；

(2) 载波发射功率：100mW；

(3) 语音质量可达平均意见得分MOS(mean opinion score)：3分以上。

三、发挥部分

(1) 接收端测量并显示信号强度；

(2) 在接收机输入端加入白噪声，控制载干比分别为10dB、0dB、-10dB，如采用扩频调制通信，则和直接调制通信系统语音质量进行比较；

(3) 如采用扩频调制通信，定量分析采用扩频技术后，在上述噪声情况下，系统的抗干扰能力。自制定量测量系统误码的简易误码率测试仪，其方框图见图2；

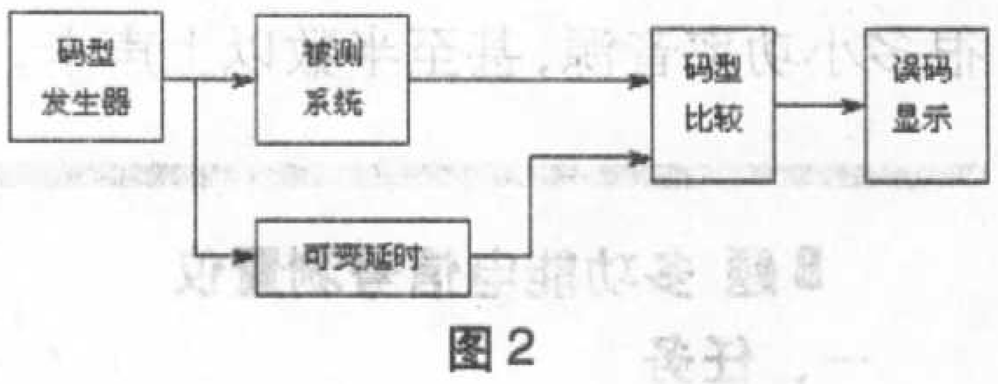


图2

(4) 其他。

四、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案比较、设计与论证，理论分析与计算，电路图及相关设计文件，测试方法与仪器，测试数据及测试结果分析。	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）项	10
	完成第（2）项	15
	完成第（3）项	20
	完成第（4）项	5

C&C-PRO

超级4合1耳放实战DIY

文/程新忠 黄永培

一、耳放的作用

耳放，是耳机放大器的简称。目前很多高档耳机都配有耳放，有些人也为中低档耳机、耳塞添加了耳放。那么，耳放到底有什么作用？加不加耳放，能有多大区别呢？

1. 耳放作用之一——放大信号

目前的很多音源，特别是以电池为电源的音源，为了降低成本、增加播放时间，输出功率都比较小，比如一般CD为10mW左右，有的CD、MD、MP3只有3～5mW，这与50～1000mW额定功率的耳机、耳塞不相适应。虽然正常听音乐时，输出到耳机的功率只要几毫瓦就足够了，低灵敏度的大耳机需要10mW以上，但这里的功率，是平均功率，对于大动态的音乐，峰值功率可能是平均功率的10～30倍，某些交响乐的峰值功率，可达平均功率的50倍以上，因此，1mW的平均输出功率，有时也需要30～50mW的最大输出能力，否则会出现波形削顶失真。这个输出能力，对于很多小功率音源，甚至半数以上声卡，都是达不到的。因此，如果耳机灵敏度不是很高，音源输出功率不是很大，加耳放后会使音质有明显提升。

2. 耳放作用之二——匹配阻抗

如今绝大部分声卡都没有耳机输出插孔，只有LINE OUT插孔。但大部分人，仍直接将耳机插入LINE OUT插孔听音乐，其实这是不妥的。LINE OUT输出阻抗很高，一般在数百欧至几千欧，接入功放或者耳放，阻抗可以完全匹配，接入几十欧的耳机，影响音质在所难免，而且，很多声卡输出电容只有100μF左右，甚至47μF，接入低阻耳机，会对低音信号造成严重衰减。例如，47μF输出电容的声卡，接32Ω耳机，低频截止频率在110Hz，也就是说，110Hz以下的低音，将被严重衰减，此时加耳放，对音质提升的效果会很明显。

3. 耳放作用之三——调音作用

很多人认为，耳放就是为了保真，调音就是音染，与Hi-Fi的目标背道而驰，所以调音没有必要。我却认为，适当的调音是允许的，甚至是有必要的，有以下两点原因：(1) 调音为了更加保真；(2) 适当的音染。

二、高低阻耳放区别

耳机不是一个纯电阻，其电抗可等效为电阻、电感、电容的混合体，不同频率，耳机的阻抗也是不同的，因此，需要耳放有很好的控制力（主要体现为阻尼系数）。

高阻耳机和低阻耳机对耳放的要求是不同的，低阻耳机对耳放输出电流要求比较高，对电压要求较少；而高阻耳机正好相反，要求较高的电压输出能力。因此，设计DIY（动手做）高、低阻耳机的耳放，应当区别对待。

常见耳机的驱动性能见本期配刊光盘。

三、超级4合1耳放电路介绍

目前的国产、进口耳机放大器，相当一部分是由运放（OP）组成，比如耳放RA1，由1片JRC4556为核心，国内外非常流行的47耳放，已成为入门DIY者的首选电路，还有很多OP+BUF(缓冲扩流)的耳放效果也很不错，易于制作。如此多种的电路，运放芯片，听感也各不相同，有没有办法用很少的投入做出多种耳放呢？

C&C-PRO就是集上述功能于一身的4合1耳放，非常适合初学者制作、打磨。更换不同的运放，声音性能也有所不同。

1. 电路1，仿RA1电路（图1）

美国歌德RA1耳放就是采用的

B题 多功能电信号测量仪

一、任务

设计并制作一台数码显示的多功能电信号测量仪。

二、基本要求

(1) 频率测量

测量范围 信号：方波、正弦波、锯齿波、三角波，频率：0.1Hz～64kHz，测量误差≤0.1%；

(2) 幅值测量

测量范围 信号：锯齿波、方波、正弦波、三角波，幅度：0.1V～5V，测量误差≤0.1%；

(3) 显示 LED十进制数码显示，可同时显示幅值和频率值；

(4) 具有校正功能 可用键盘进行频率和幅值的校正。

三、发挥部分

(1) 扩展频率测量范围为0.1Hz～4GHz，测量误差≤0.1%；

(2) 扩展幅值测量范围为0.1V～10V，测量误差≤0.1%；

(3) 测量误差降低为0.05%；

(4) 实现多路信号测量。

四、评分标准

	项目	满分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	完成第（1）、（2）项	10
	完成第（3）项	10
	完成第（4）项	20
	特色与创新	10

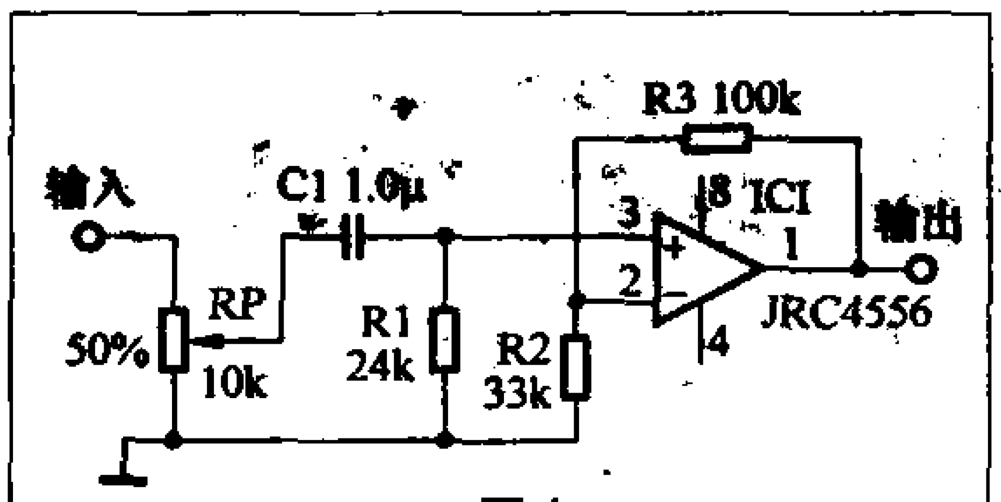


图1

JRC4556运放，图1电路与RA1电路相同，参数有所调整，更利于DIY。

耳机由IC1直接作前级放大和耳机放大，适用于输出电流比较大的运放IC，如JRC4556、AD8397。但一般这些IC都需要较高的工作电压（至少6V），音质才能上去。

耳放增益 $G=1+R3/R2=4$（倍），因此该耳放最大电压放大倍数为4倍，

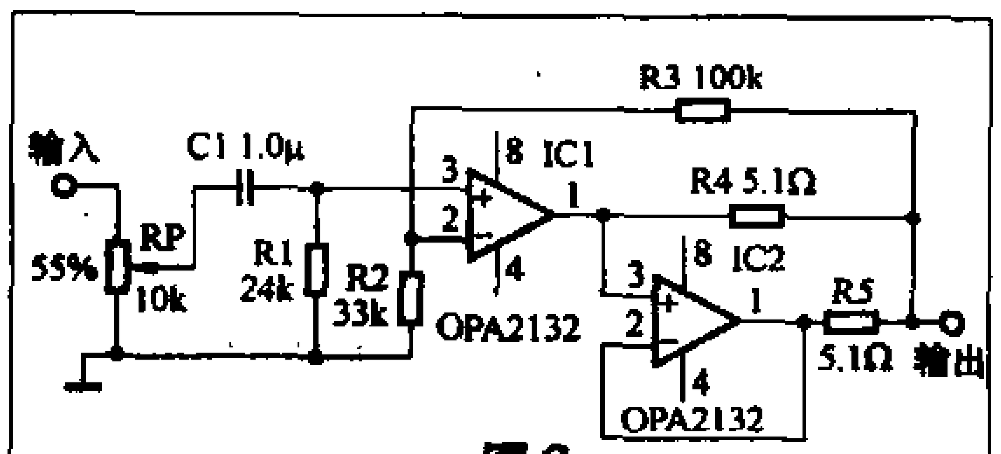


图2

功率放大倍数近似为16倍。

耳放低频截止频率 $f_0=1/(2\times PI\times C1\times R1)=6.6Hz$，PI=3.14，C1要将单位μF换算成F，R的单位为Ω。耳放低频截止频率一般选1～10Hz为宜，如果不喜欢低音，可以将 f_0 提高到20～100Hz。

R1的取值，最好约等于R2与R3的并联值，否则输出可能会有直流成分。

2．电路2，47耳放电路（图2）

与上面RA1电路不同的是，图2电路采用了两个运放并联输出的形式。其原理是：IC1作前级电压放大，兼作电流放大，IC2作后级电流放大，电压增益为0。IC1提供一部分电流到后级的电流放大，也就是耳机约得到了2倍

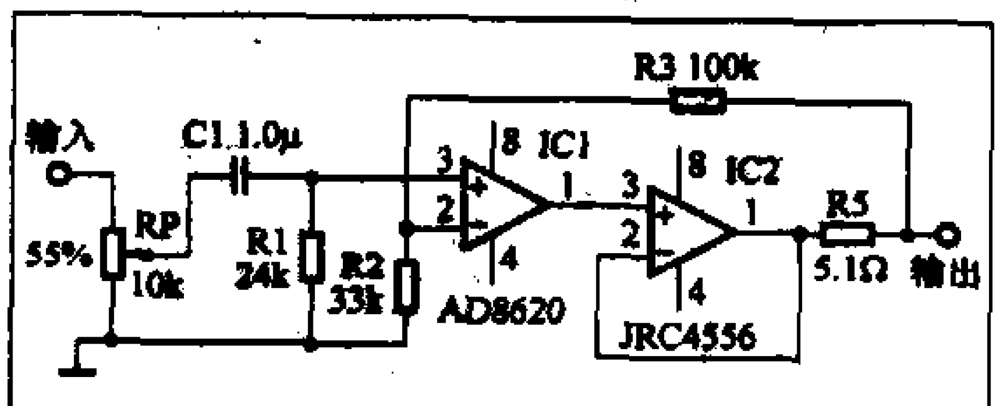


图3

运放IC的输出电流，从而能使耳放的动态更好。

标准47耳放电路的R4、R5为47Ω，所以取名为47耳放，当运放内阻较小时，R4、R5可以减小，这里为了适应大电流低内阻运放，R4、R5选为5.1Ω。IC1和IC2也可以选用不同的运放，例如，IC1选噪声小、输出电流小的，IC2选输出电流大的，R4取值为R5的2～10倍即可，IC1、IC2输出能力差别越大，R4、R5的差别就要越大，这样就能充分发挥两个OP的各自优点。

这个电路可用的IC较多，如高端的AD8620、OPA2132、AD827AQ，低端的也可使用NE5532等。

3．电路3，前级+BUF耳放电路（图3）

耳放由前后级两个IC组成，IC1作前级放大，IC2作后级放大，后级IC2和上面一样，接成电压跟随扩流形式，也就是缓冲扩流（BUF），选取大电流OP更合适。

此电路的声音特点主要由IC1决定，选高品质的前级，非常关键，前级OP对输出电流几乎没有要求，1mA以下输出级别的优质OP也可以用，图3推荐的是AD8620，可以选择822做前级。

4．电路4，电池充、供电电路（图4）

充电电路具备自动功能，电池快充满时自动转为涓流充电。在充电过程中，有充电指示灯（VD4）发光，当快充满时，指示灯会熄灭，自动进入涓流充电，当电池完全饱和后，涓流充电也将自动停止。本充电电路为快速充电电路，充900mAh的电池需2～3小时。

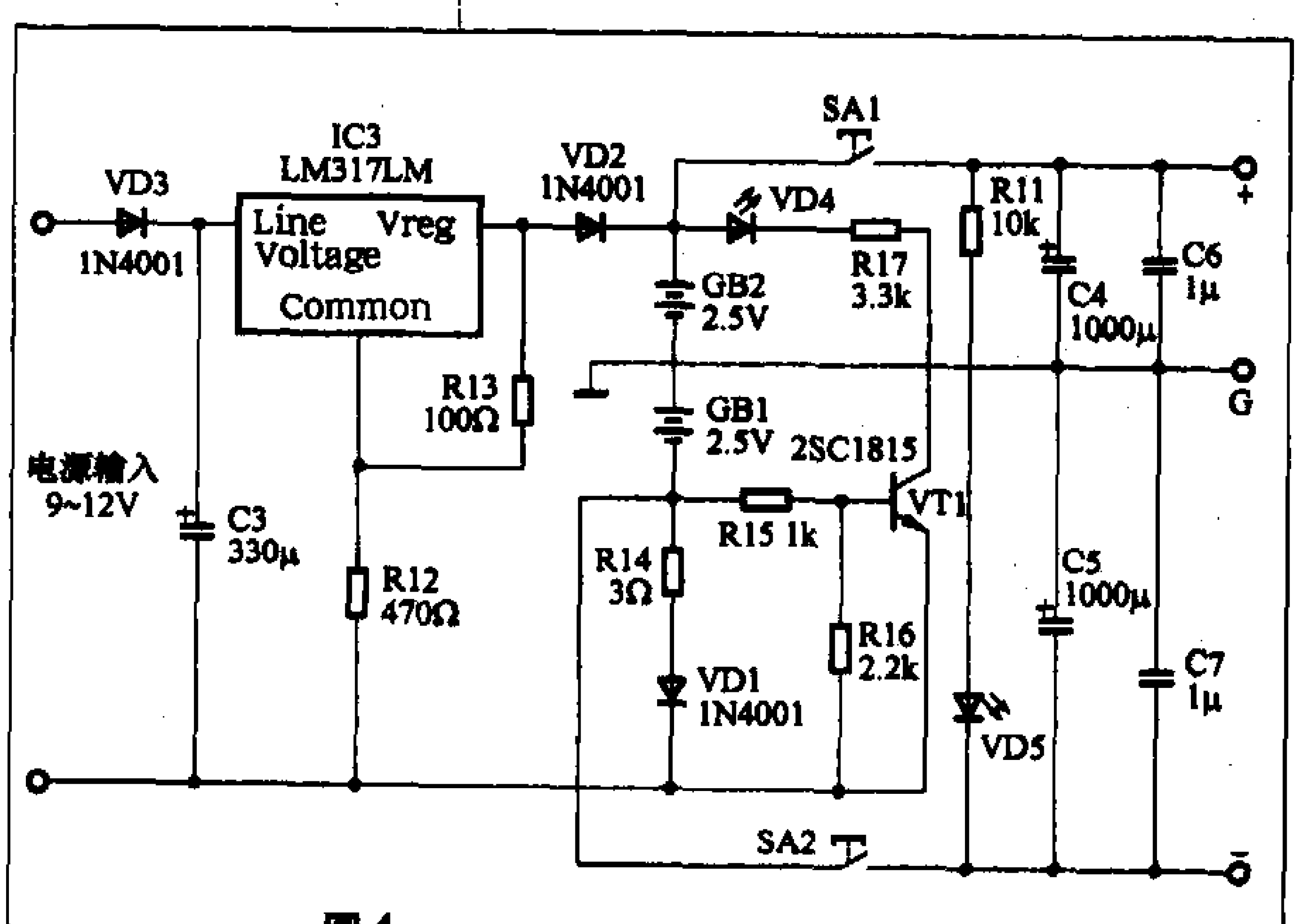


图4

四、简单评测

C&C的听感和主要指标均较高，失真、交调产生的杂波信号均在−90dB以下。32Ω负载、大信号输出下的指标也非常不错，某些耳放只给出空载指标，带负载大信号下，用822前级声音更好，特别是高频和音场。

C&C输出电流最大可达250mA，输出压摆可以接近电源幅度，这一点与BUF634有很大不同，虽然BUF634输出电流最大也是250mA，但其压摆要比电源低很多，因此，±2.5V的8532输出功率，可以比±3.6V的BUF634还要大。OP+BUF634的耳放都不推荐用低压电源。

C&C使用的是4节7号的电池组，实测容量约750mAh。电池电压充满时约5.6V，测试时，电压约为5.4V（±2.7V），16Ω阻抗负载，输出不失真功率实测达50mW。推荐驱动低阻耳机和灵敏度较高的中阻耳机。

C&C充电电源设计比较有特色，外接电源适用范围很宽，直流、交流、极性都没有限制，只要是9V以上（非稳压6V以上）的电源都能用来充电，当然最好不超过20V。有过压保护设计，充多久都不用担心过充。

业余音箱制作系列（5）

——做一对古典式的音箱

文/乔小兵

本期介绍相对比较古典、同时也有一定个性的音箱——“后加载式”音箱。

对于没有亲手制作过音箱的发烧友来说，“后加载式音箱”这个名字可能会陌生些。因为目前市场上几乎看不到这种形式的音箱，而它的制作过程又相对复杂了一些，所以并不太被一般的发烧友看好。不过后加载式并不是没有它的独到之处，它有着其他形式箱体所不具备的长处。

后加载式音箱的原理及特点

咱们先说说什么叫“加载”。这个听起来颇具学术味的名词，对您一定并不遥远。其实它就是我们所说的号筒。把从扬声器发出的声音通过一个号筒进行放大，就是加载。只不过我们生活中所接触的号筒更多的是放在音源的前面。就像我们想让远一点距离的人听到我们的声音时，我们用双手拢在一起，做了一个号筒一样。号筒的作用您清楚，它可以“拢音”，也就是可以起到一定的放大作用。在音箱设计中，号筒还有一个您可能没有太注意到的作用：它相对高音，更多的是放大了相对低的频率。也就是说通过号筒发出的声音，总体比原来的声音会变得低了许多。我们目前可以看到的号角音箱就是利用这个原理，将高音单元所发出的声音进行放大。与此同时，把高音单元所发出的声音中的低频部分“拉”得更低。美国早期有个音箱厂ALTEC，生产的音箱叫做“剧院之声”。它的著名产品中有“A−7”和“A−5”两款。其中A−7的号筒低频下限就是700Hz；而A−5的号筒低频下限是500Hz。号角式音箱是利用号筒的特性，把高音单元的下限向下“拉”，以此达到我们耳朵可以听到的主要频响段的声音发自一个单元。这样做就可以成功地避免了在主要可听频响段中的相位失真。也就是发烧友常说的人声是从一个扬声器发出来的，当然更自然。

说过“加载”，再说什么是“后加载”。从字面上看基本就可以明白，后加载就是把号筒装在扬声器单元的后面，使从单元后面发出的声音得到放大并“拉”低其低频下限。

后加载式音箱是利用号筒的长度来控制扬声器单元后部声音的放大及频率。号筒越长，声音放大的作用越大，同时声音会变得越低。我们今天谈的后加载式音箱就是要把扬声器后面的声音用一个号筒变成低音并放大。而我们所听的高音是由单元前面发出。这样一来，就有点像是两个发音的系统合在一起工作了。

至于扬声器后面的号筒长度定在什么程度为好？一般来说是越长越好。不过太长了，音箱就会变得太大而不实用了。

本文要做的号筒是一个弯曲的号筒，不是一般所见的“喇叭筒”。而且号筒的断面是方形的，而不是圆的。这些都是为了适应音箱箱体不得以而为之。箱体的结构及具体尺寸见图1。

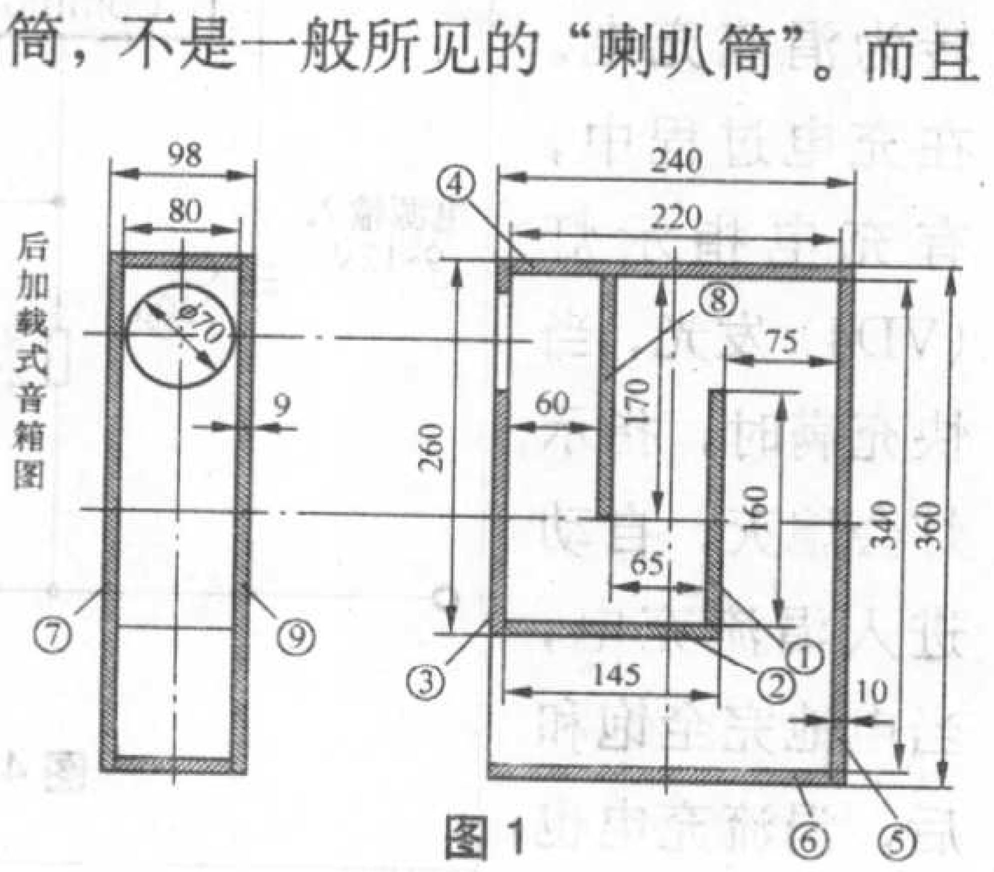


图1

工具

除了第2期做倒相式音箱所需的工具外，此次最好还有一个手电钻加开孔器，见图2。开孔器选70mm固定直径式的就可以了。这种开孔器在一般的装修市场都可以买到，价格约20元。

材料

材料1： 箱体侧板板材。这是箱体的两个侧面，我们把它编成7号和9号。两只音箱需要四块这样的板材，可以用中密度板，也可以用多层板。厚度在12～15mm就可以了。

材料2： 用来做箱体前后上下及内隔板，也就是号筒的板材。因为这些材料基本上是木板条，所以可以到装修市场购买已经裁好的板条，规格是10mm厚，80mm宽，见图3。如果可以选择的话，选用硬度大一些的木料更好一些。所购板条的长度，大约需要4m。从设计角度看，如果能够有90mm

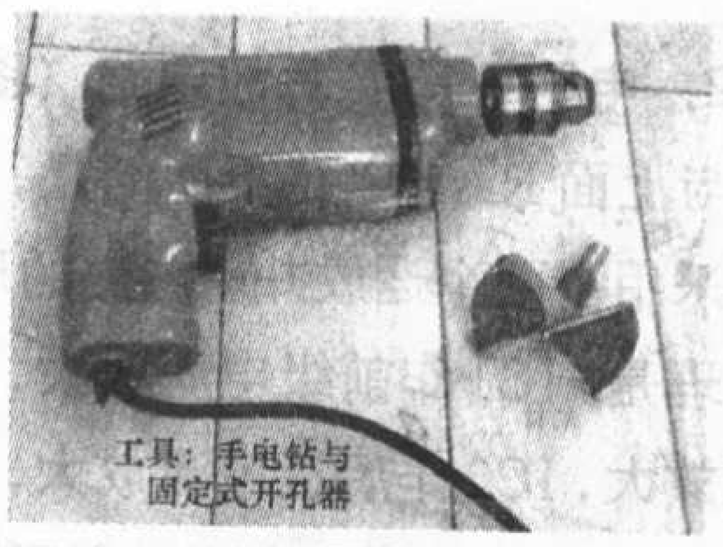


图2

图3

宽的板条就更好了。不过我转了许多市场，最宽的就是80mm的，也只能凑合了。

材料3：扬声器单元还是第2期所选用的W3-593SD。它是一款3英寸的全频带扬声器。

材料4：音箱用接线柱。每只音箱用两只接线柱，一共要四只。

材料5：装修用的三角木线（图4）。这种木线要求一定要有两个边成90°。将木线裁成80mm的小段贴在箱体内部分的各个角上，可以减少角部反射，对声音有一定的帮助。如果您觉得这样做太麻烦，这一部分也可以省略。

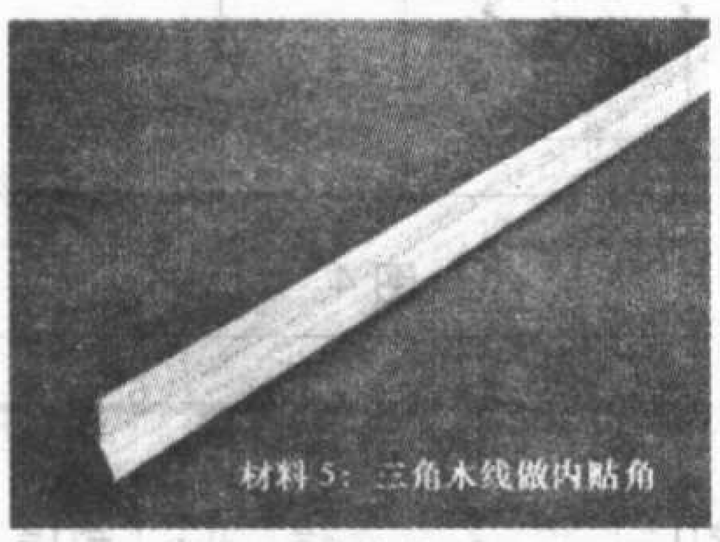


图4

制作过程

步骤1：下料。下料图见图5。每只音箱需要9块板材。图上已标出了号码。这个号码是为了在组装时不会搞错，同时它还是我们要组装的顺序。下料时，可以用木锯慢慢地锯，也可以用钢锯来完成。因为我们板料的量并不大，很轻松就可以锯完。如果您不能保证锯得很“规矩”，我告诉您一个“偷工”办法。您把板条拿到画框门市部，请他们按照尺寸用切画框木线的切角机帮忙裁一下。用不了太多的费用就可以搞得十分精确。下好料后，在每块板上标明编号，见图6。

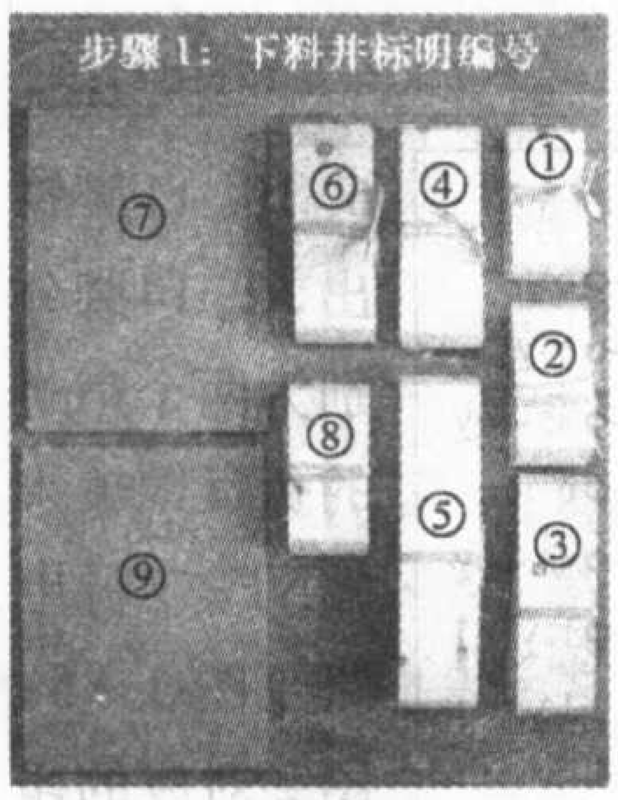


图6

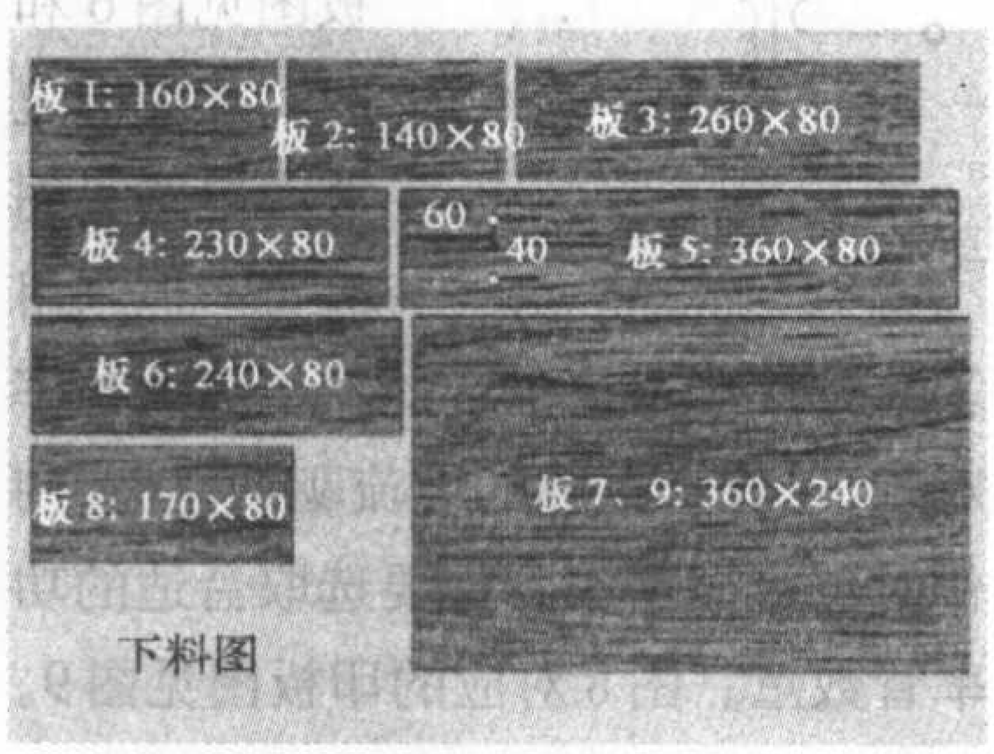


图5

步骤2：打接线柱安装孔。具体位置请参考图5。打孔的尺寸要看您所选用的接线柱螺杆的直径而定。打好孔后顺手就装上接线柱及箱体内的联接线。因为这种箱体一旦组装结束，就不能向箱体内部安装零部件，所以要提前装好接线柱及联接线，见图7。

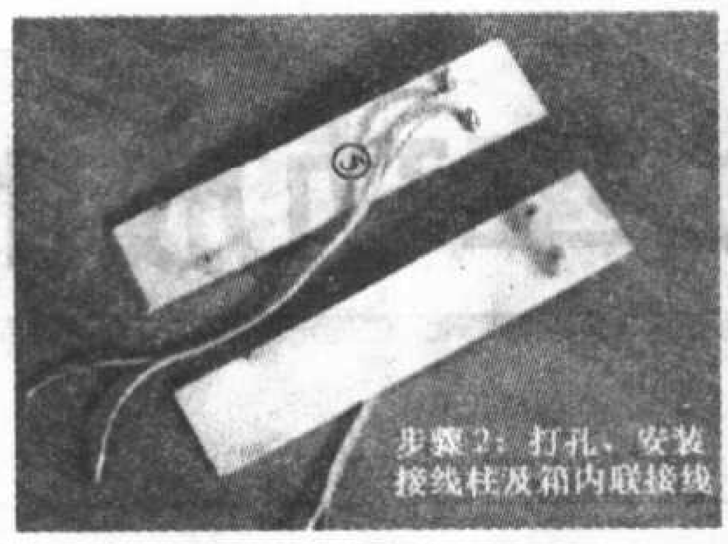


图7

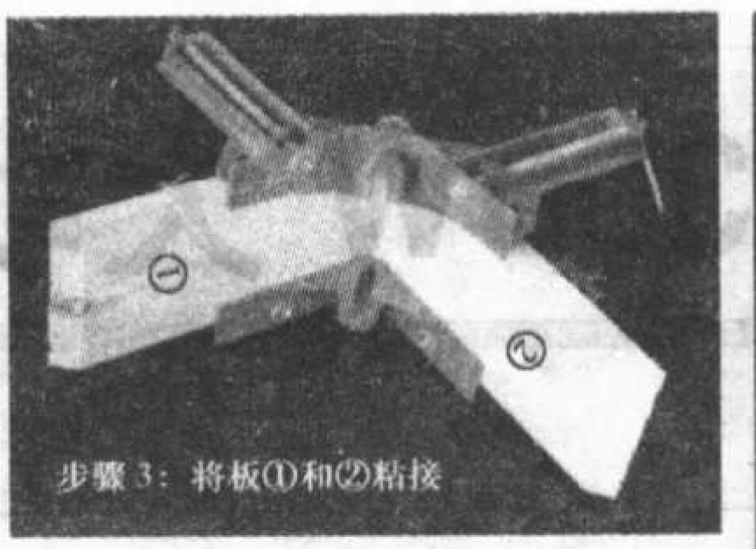


图8

步骤3：粘接板①和板②，见图8。具体的粘接方法与以前谈到倒相式音箱制作的粘接方法相同。

步骤4：粘接板③和板④。方法与步骤3相同。

步骤5：粘接板⑤和板⑥。

步骤6：将粘接起来的板①和板②的组合与板③和板④的组合相粘接。

步骤7：接下来把板⑤和板⑥的组合与已经粘接好的①②③④的组合粘接起来，到这里箱体的前后上下四个面就形成了，见图9。

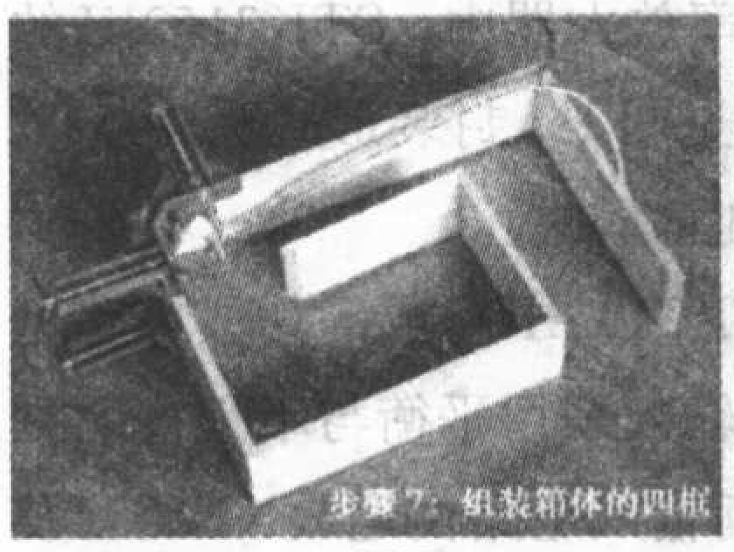


图9

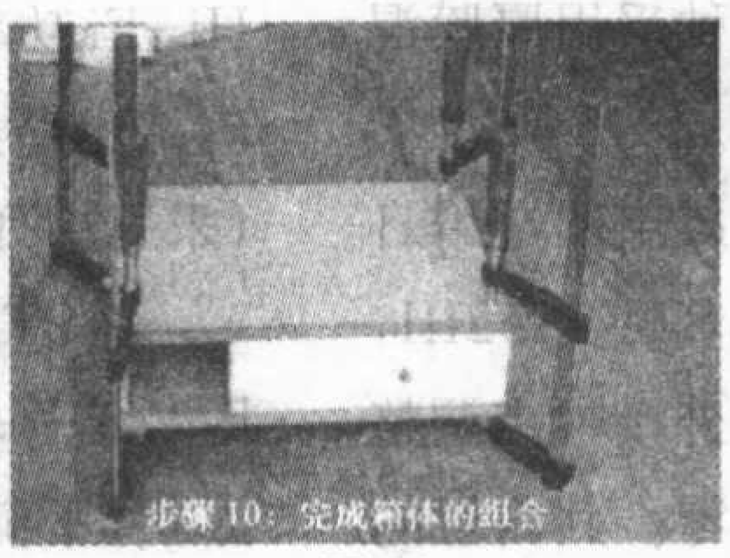


图11

步骤8：要把已经粘接好的四框与两面的侧板相粘接。首先是在四框的一边涂上胶，然后将其放在侧板⑦上。当四框在侧板⑦摆好位置后，将板⑧上涂上胶并粘接在图1所示的位置上。

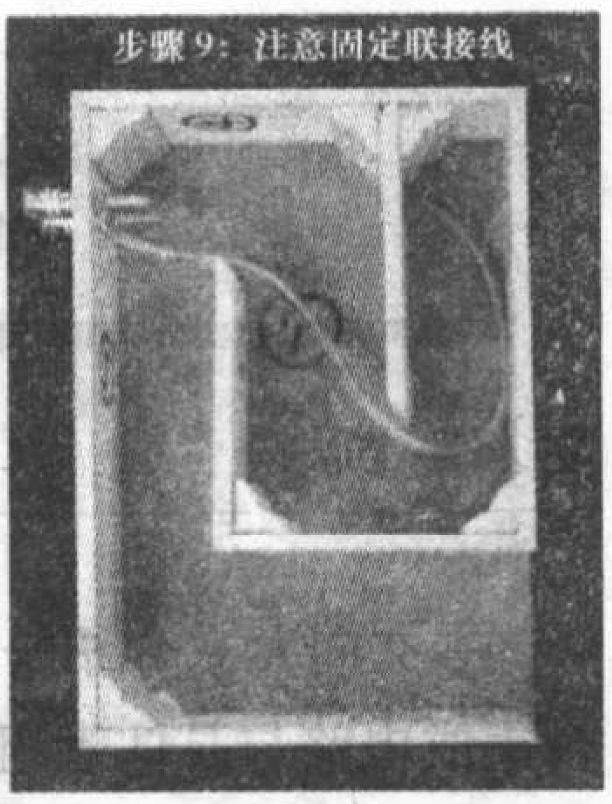


图10

步骤9：现在就可以将裁成小段的木线贴在各个角上，也可以不贴这些小段木线。不过有了它们的话，声音会好一些。在这时，还要注意一点，就是一定要用胶带将箱体内的联接线贴在单元固定孔附近，以便开孔后，可以抽出联接线，见图10。

步骤10：经过核查尺寸无误后，再在板条的另一面涂上胶并将侧板⑨粘上。最后用木工夹固定，见图11。

步骤11：经过以上的步骤，箱体的组合基本结束。接着就要开扬声器安装孔了，见图12。

步骤12：开好扬声器安装孔后，先将联接线与扬声器焊好，最后就可以装扬声器单元了。制作的主要工作基本完成了，见图13。

至于音箱的外装饰，您就按照自己的喜好尽量发挥吧。这款自制的小音箱效果好得实在是出奇，您可以尽情地享受。

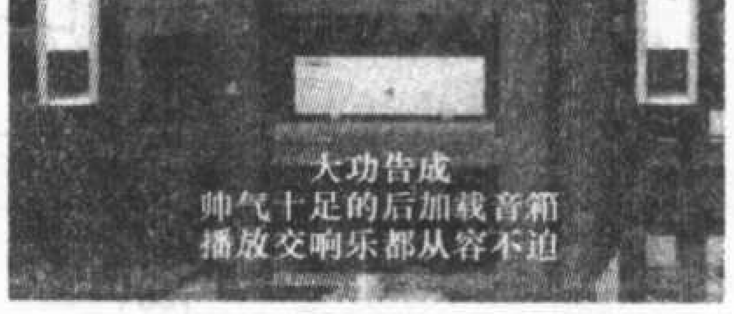


图13

图12

300W大功率功放的制作

文/田 凯

本文向大家介绍一种采用厚膜混合集成电路与晶体管组成的300W功率放大器。厚膜混合集成电路选用日本三洋电机公司生产的STK3152III，它采用双路封装，无需外接中点调整电路即可使输出中点为零。其内置的电流镜像电路可使它的总谐波失真THD仅为0.005%，这也就决定了STK3152III能够使用在非常高档的Hi-Fi功率放大器中，STK3152III的内部电路见图1，封装形式为4053A(采用单列直插式)。

由STK3152III组成的功放电路见图2,信号输入采用平衡与不平衡两种方式,平衡输入电路由运放NE5532及外围电路组成，不平衡输入直接送入STK3152III的1脚和15脚，经STK3152III放大后的信号分别由5、6、10、11脚输出，2、14脚分别为两个声道的负反馈输入端NF。电源电路见图3～5，图2对应的印板图见图6和图7。末级电流放大电路见图8，每声道采用了8对日本东芝生产的发烧级大功率对管，以保证足够的电流驱动能力。制作时也可根据实际需要选取合适的功率管数量。图8对应的印板图见图9。由于工作电流较大，整流滤波部分没

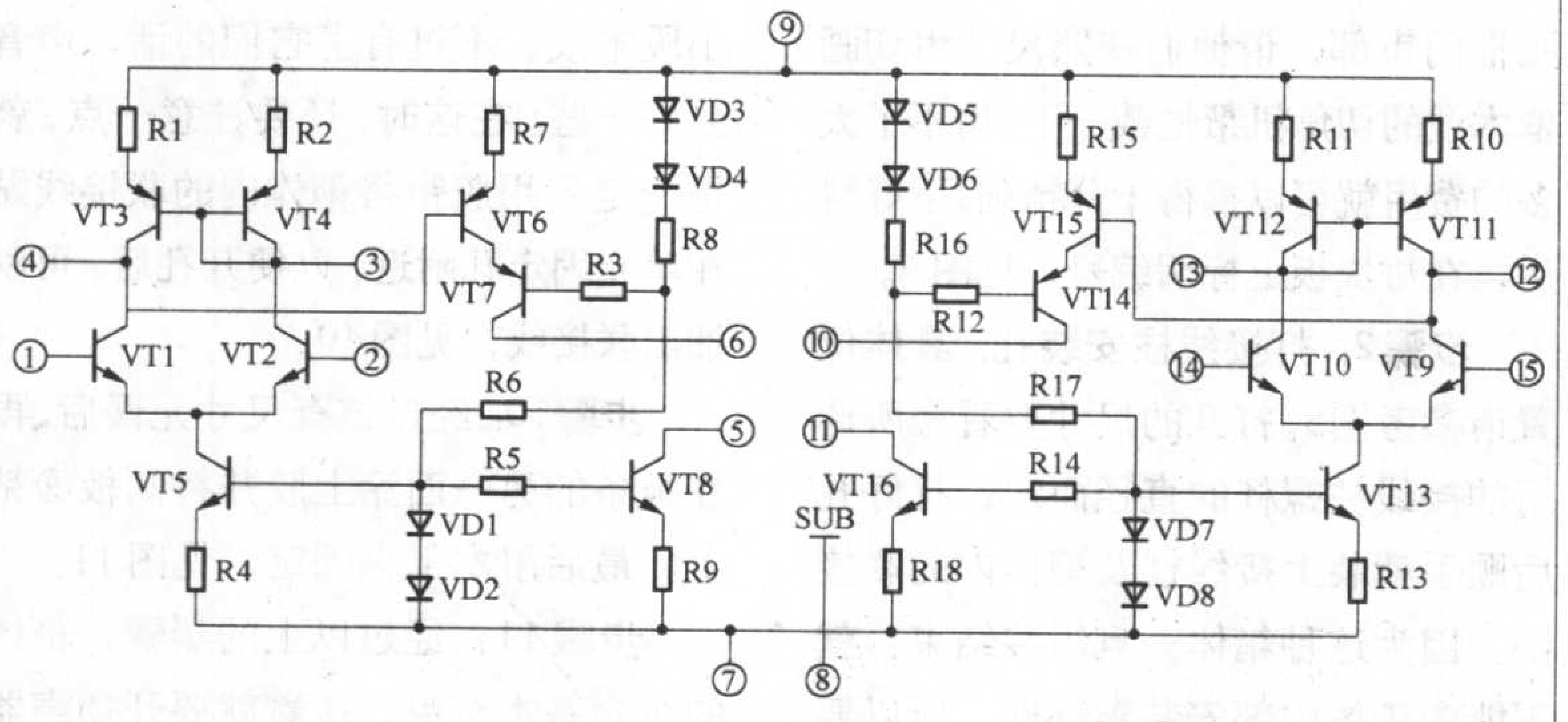


图1

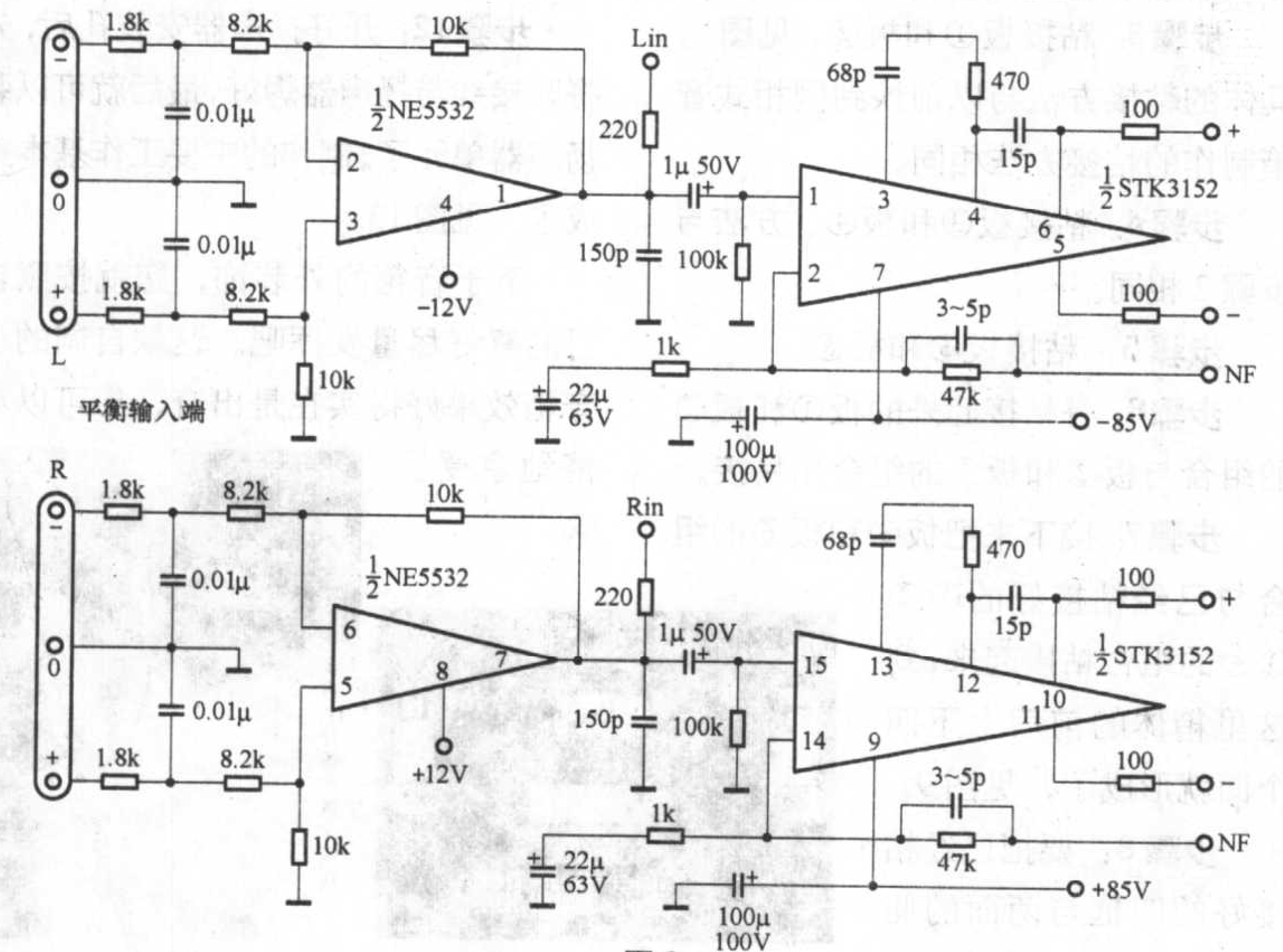


图2

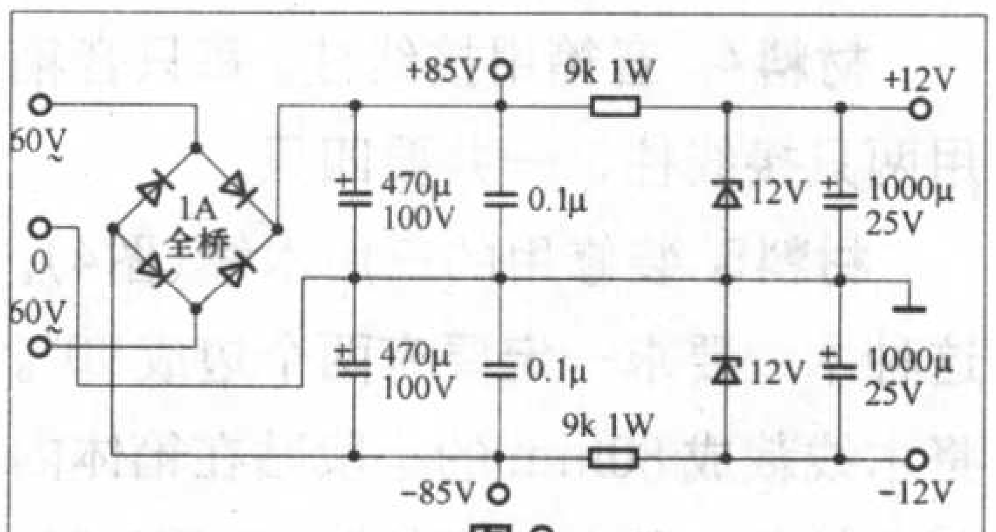


图3

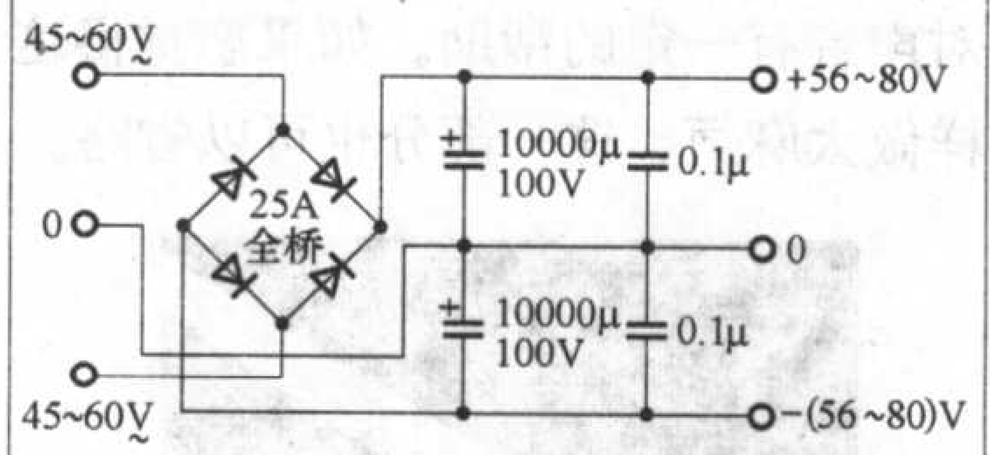


图4

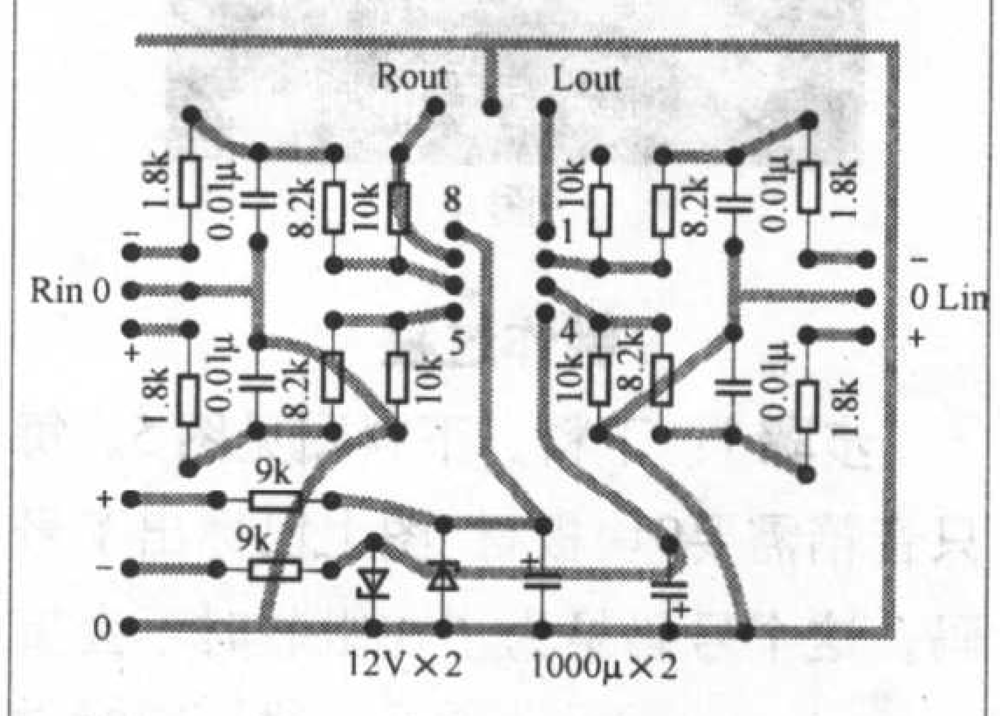


图6

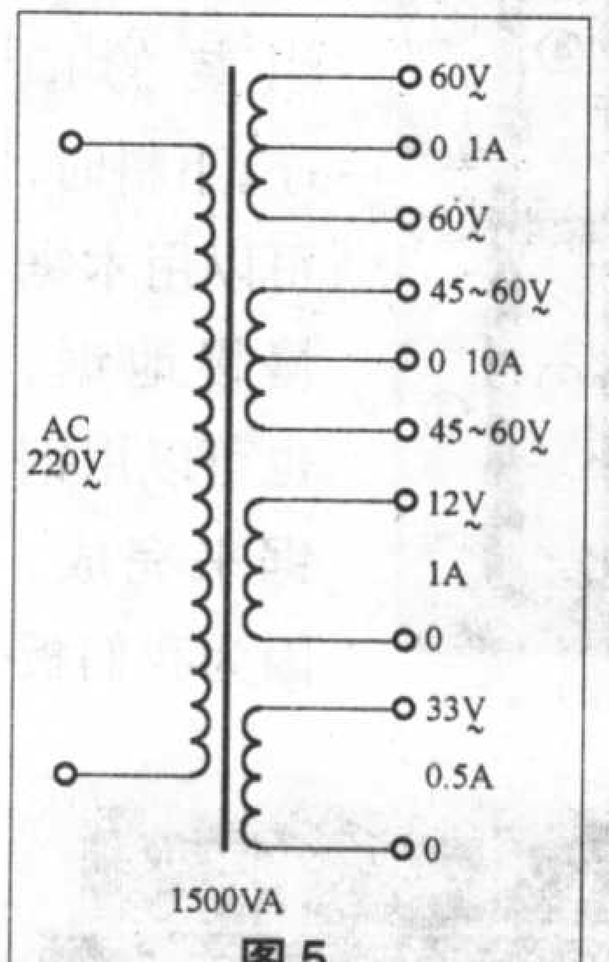


图5

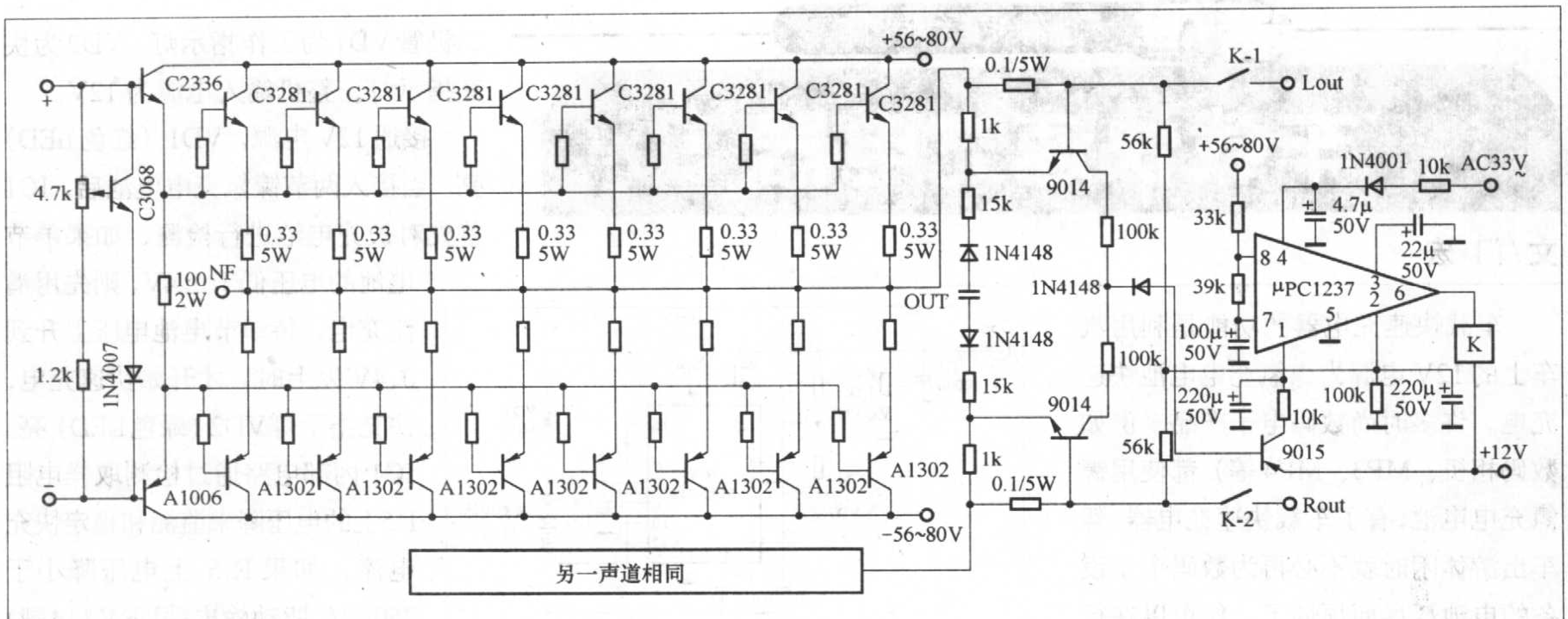


图8

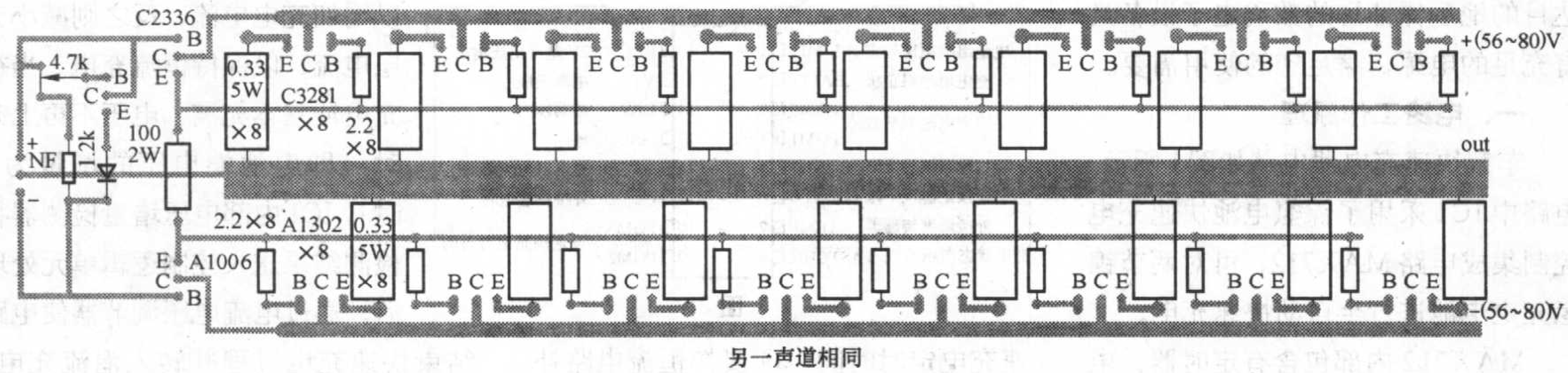


图9

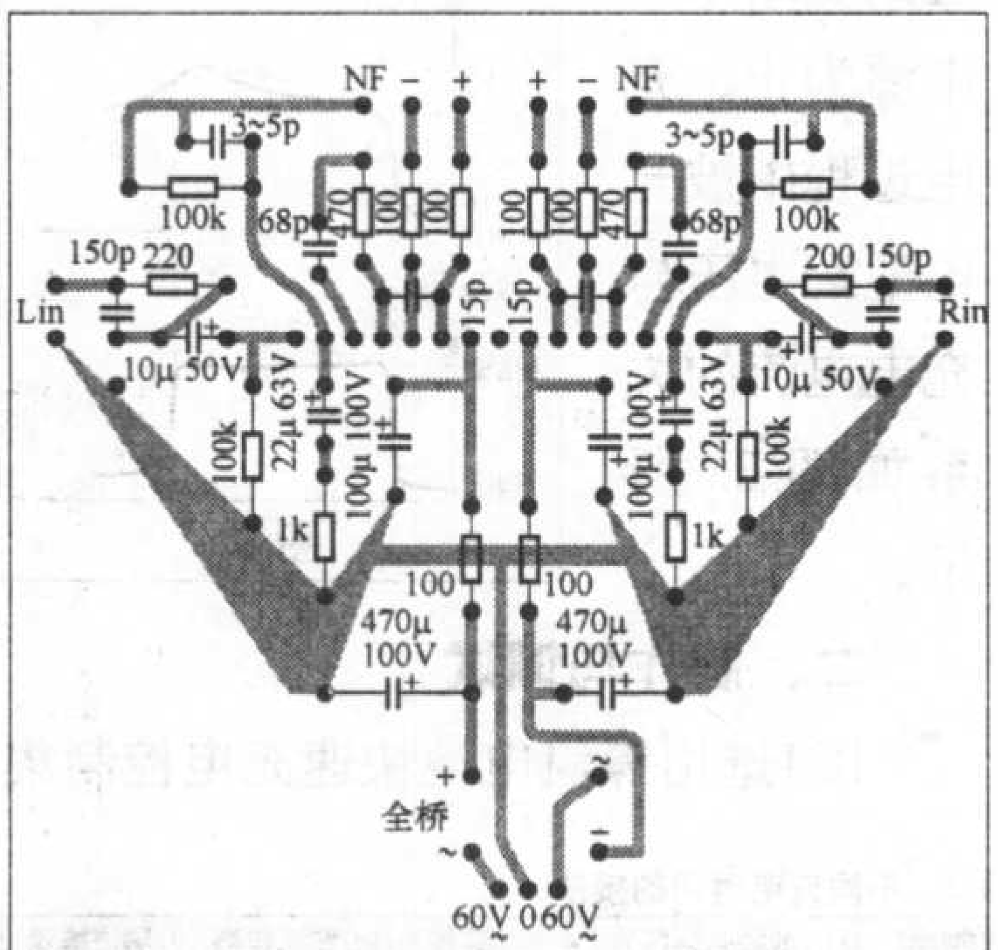


图7

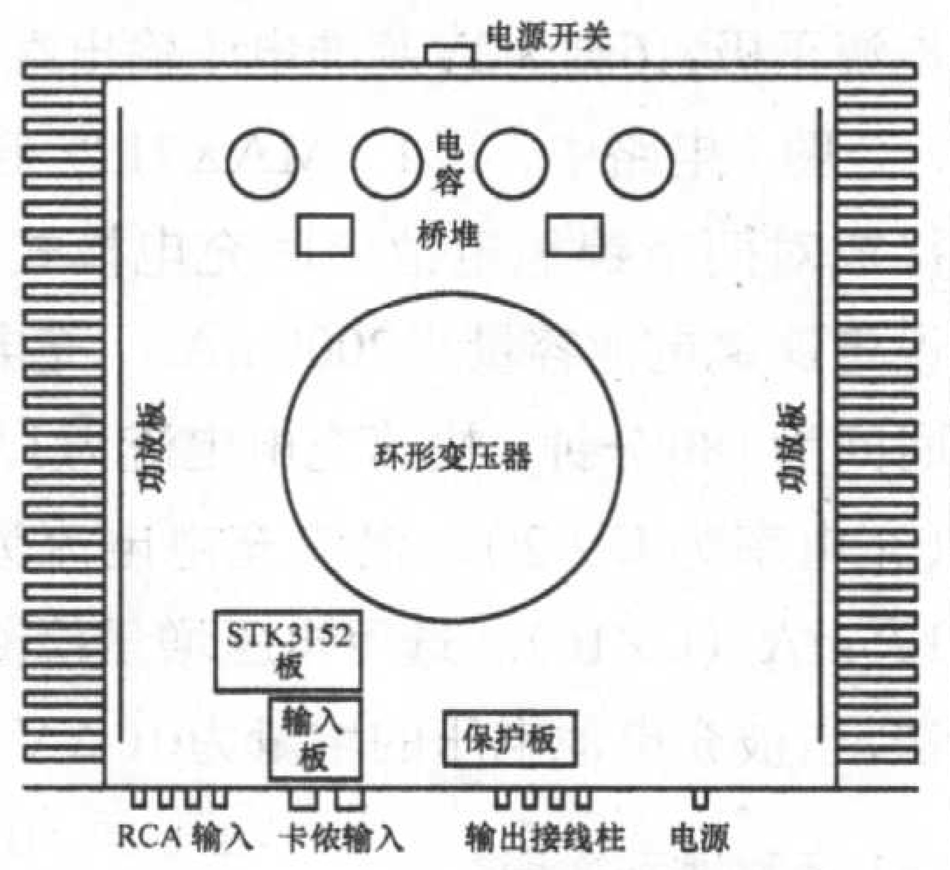


图10

有采用印板，而是采用直接搭焊的形式。功放保护电路选用了日本NEC公司生产的功放扬声器保护专用集成电路，采用单列8脚直插式塑封结构。具有开机延时，抑制直流漂移，防止输出过载和关机冲击等保护功能。开机时+56～80V经33kΩ、39kΩ电阻向7脚供电，但100μF电容要充电，直到7脚升到足够高，6脚才能使继电器动作，扬声器接通。这个时间就是开机延时时间，调整电容值即可令其有适中的延时时间。2脚为中点直流电位检测端，4脚为关机检测端，1脚为过载检测端。由于制作时各自选用的继电器安装位置不一样，所以未给出印板图。

本机制作与调试都非常简单，输入与电压放大级只要元器件质量及数据满足要求，照图10装配即可。末级推动管及STK3152III和功率管均应配上合适的散热器。末级印板上的电源和输出部分铜箔应烫上1mm以上的锡。调整4.7kΩ可调电阻使末级静态电流为80mA即可。调整保护电路中0.1Ω/5W取样电阻，使在正常使用时稍过额定功率时继电器动作为宜。电源变压器的数据标于图上。本机的技术参数如下：最大输出功率300W（8Ω），总谐波失真小于0.03%，满功率的频率响应20Hz～20kHz为±0.05dB，转换速率为14V/ms。以上是在电源电压为±80V时的值，如采用±56V时功率为150W（8Ω），其他数据不变。

车载快速充电器

文/门 宏

车载快速充电器的功能是利用汽车上的12V电源为镍氢充电电池快速充电。许多时尚数码电子产品（例如数码相机、MP3、MP4等）都使用镍氢充电电池，有了车载快速充电器，驾车出游休闲时就不必再为数码电子设备的电池耗尽而烦恼了。您可以在行驶途中为镍氢充电电池快速充电，到达目的地后保证您的数码电子设备具有充足的电源，满足您的使用需要。

一、电路工作原理

车载快速充电器电路如图1所示。电路中IC1采用了镍氢电池快速充电控制集成电路MAX712，可对两节镍氢充电电池进行全自动快速充电。

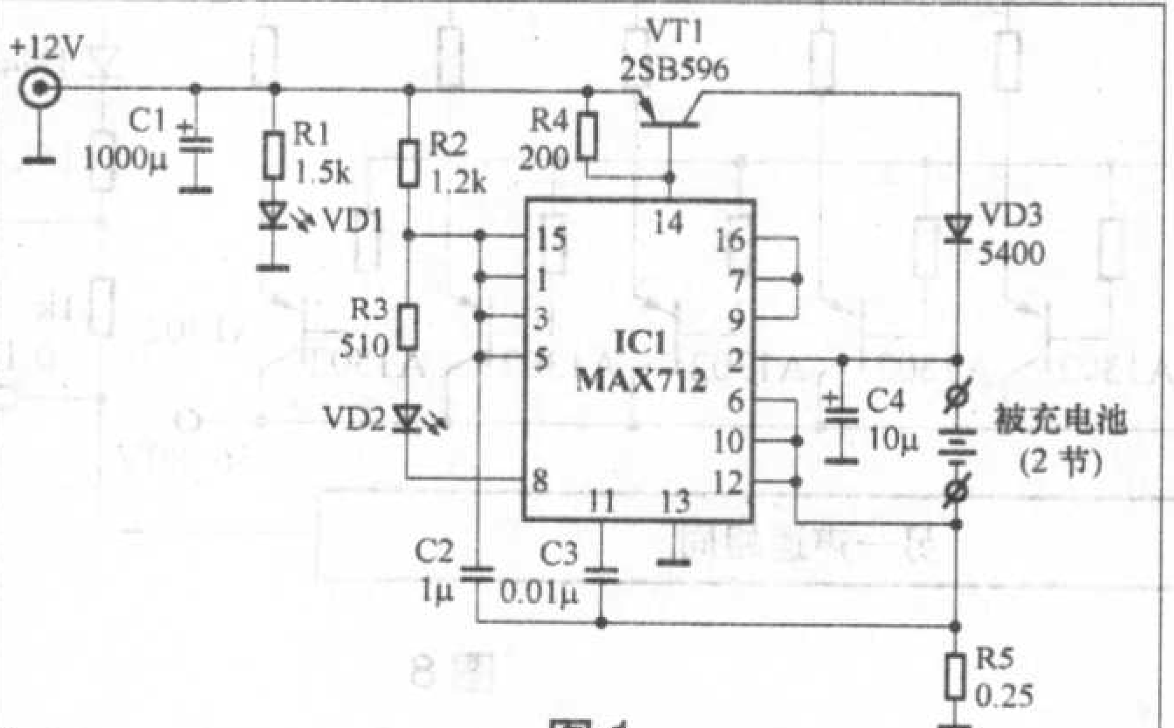


图1

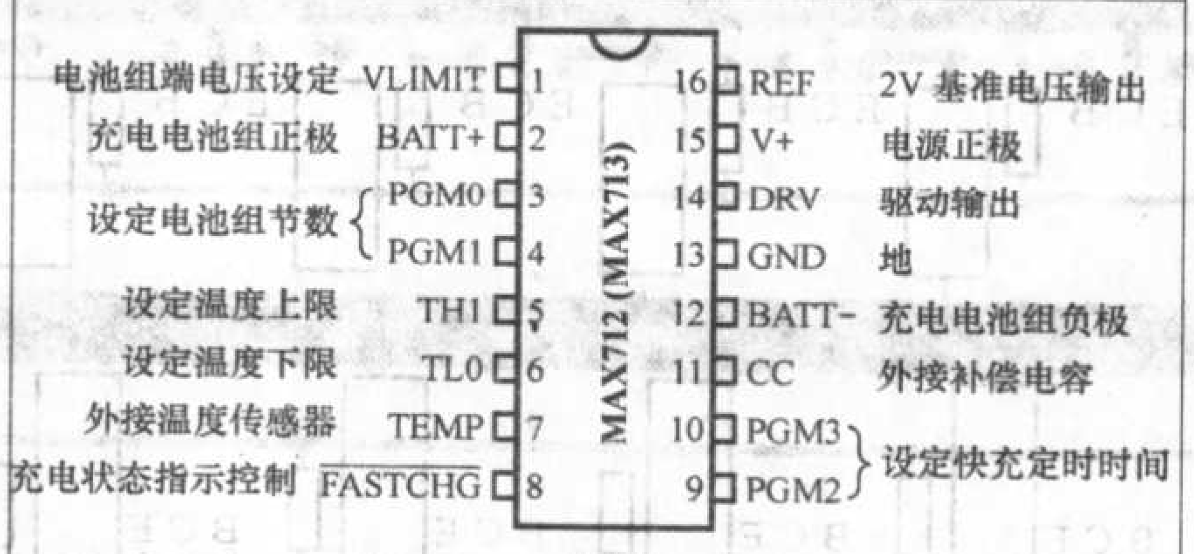


图2

MAX712内部包含有定时器、电压增量检测器、温度比较器、欠压比较器、控制逻辑单元、电流电压调节器、充电状态指示控制电路、基准电压源和并联式稳压器等。MAX712具有较完备的智能充电控制与检测功能，其特点为：(1) 可以为1～16节镍氢电池（串联）充电；(2) 快速充电电流可在C/3～4C之间选择（C为镍氢充电电池的额定容量）；(3) 具有电压增量检测法（ΔV法）、定时法、温度监测法三种结束快速充电的方式可供选用；(4) 基本充满后自动由快速充电转为C/16的涓流充电；(5) 具有充电状态指示功能；(6)具有被充电池电压检测控制功能。图2为MAX712各引脚功能，具体如下：1脚用于设定被充电池组两端电压最大值，2脚接被充电池组的正极；3、4脚用于设定被充电池组串联电池的节数；5、6、7脚为温度比较器的设定与检测端；8脚为充电状态指示控制输出端；9、10脚用于设定快速充电定时时间；11脚接恒流电路补偿电容；12脚接被充电池组的负极；13脚接地端；14脚为驱动输出端；15脚为电源正极；16脚为2V基准电压输出端。

图1电路中，IC1（MAX712）连接成对两节镍氢电池串联充电模式，设定镍氢电池容量为2000mAh，充电时间为180分钟，快速充电电流为1A（充电率为C/2），涓流充电电流为125mA（C/16）。选用电压增量检测法，当被充电池电压的增量为0（ΔV/Δt = 0）时，结束快速充电转为涓流充电。VT1为充电电流控制晶体管。R5为取样电阻，R1为降压电阻。发光二极管VD1为工作指示灯，VD2为快充指示灯。整机输入电源为12V。

表1 不同电池节数的接法

电池节数	3脚连接到	4脚连接到
1	15脚	15脚
2	15脚	开路
3	15脚	16脚
4	15脚	12脚
5	开路	15脚
6	开路	开路
7	开路	16脚
8	开路	12脚
9	16脚	15脚
10	16脚	开路
11	16脚	16脚
12	16脚	12脚
13	12脚	15脚
14	12脚	开路
15	12脚	16脚
16	12脚	12脚

接通12V电源，VD1（红色LED）亮。当接入两节镍氢充电电池后，IC1首先对被充电池进行检测，如果单节电池的电压低于0.4V，则先用涓流充电，待单节电池电压上升到0.4V以上时，才开始快速充电，快充指示灯VD2（绿色LED）亮。IC1内部电路通过检测取样电阻R5上的电压降来监测和稳定快充电流，如果R5上电压降小于250mV，驱动输出端DRV（14脚）则使控制晶体管VT1增加导通角以增加充电电流，反之则减小充电电流，以保持恒流充电。当被充电池基本充满、电压不再上升时（即电池端电压的增量为0时），IC1内部电压增量检测器将检测结果送入控制逻辑单元处理后，通过电流电压调节器使电路结束快速充电过程并转入涓流充电，同时通过8脚使快充指示灯VD2熄灭，直到切断12V电源为止。充电过程中被充电池端电压与充电电流的关系如图3所示。

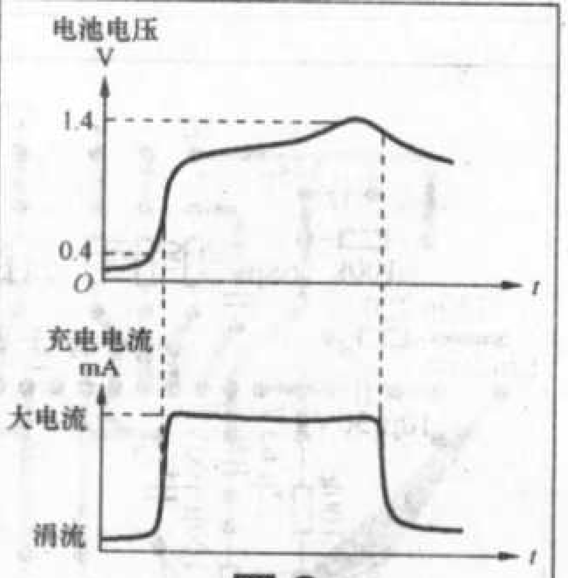


图3

二、制作与调试

IC1选用镍氢电池快速充电控制集

表2 不同充电时间的接法

充电时间(分)	取样间隔(秒)	-ΔV法作用	9脚连接到	10脚连接到
22	21	不	15脚	开路
22	21	是	15脚	16脚
33	21	不	15脚	15脚
33	21	是	15脚	12脚
45	42	不	开路	开路
45	42	是	开路	16脚
66	42	不	开路	15脚
66	42	是	开路	12脚
90	84	不	16脚	开路
90	84	是	16脚	16脚
132	84	不	16脚	15脚
132	84	是	16脚	12脚
180	168	不	12脚	开路
180	168	是	12脚	16脚
264	168	不	12脚	15脚
264	168	是	12脚	12脚

自制V波段无线语音发射器

文 / 王泽民

有车的朋友经常为回家停车离自住房太远而为爱车的安全担心，本人自制了一台和对讲机配合使用的V波段无线语音发射器，经半年使用效果较好！

一般无线语音发射器大多采用调频收音机作接收，由于大部分调频收音机没有静噪电路，在无接收信号时，会产生讨厌的“哇哇”噪声，又由于收音机灵敏度不高，接收距离近，所以实用价值不大。本发射器发射频率130～144MHz，用V波段对讲机接收。在无信号时非常安静，由于对讲机比调频收音机的灵敏度高得多，可大大增加使用距离。

电路如图1所示，以VT1、VT2两只晶体管构成推挽自激振荡电路，该电路简单实用，耗电少，调制灵敏度高，按本电路数据制作，无需调试即可工作。

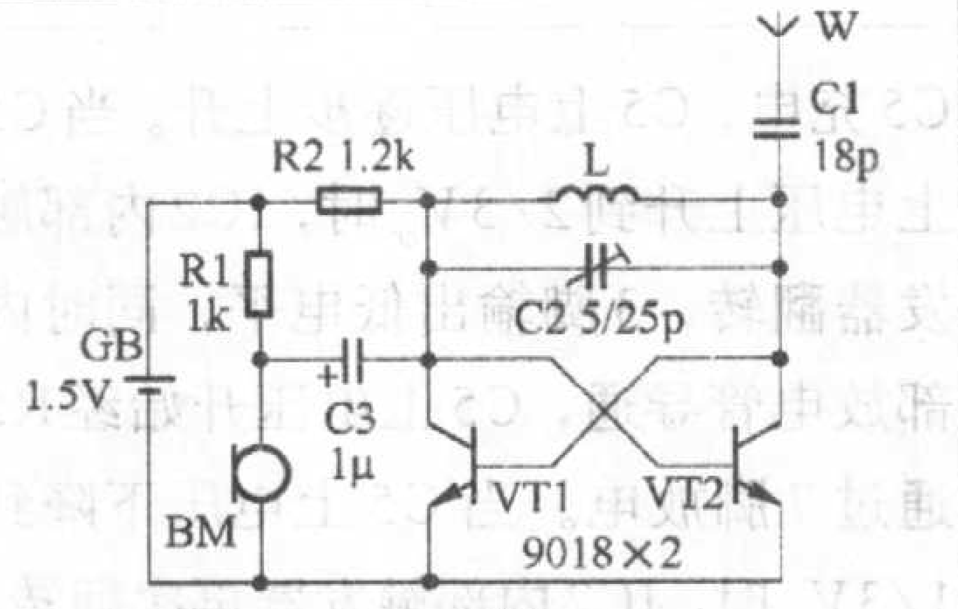


图1

VT1、VT2选用9018，β＞100，不要求配对，但应购买正品。C1用小型瓷片电容，C2为小型瓷介半可变电容，C3为小型电解电容。驻极体话筒BM应选灵敏度最高的那种，国产驻极体话筒灵敏度分A、B、C、D、E五个挡次。E挡灵敏度最高，挑选时可用万用表R × 1k挡，红表笔接话筒S端，黑表笔接话筒D端，对话筒轻轻吹气，指针摆动大的灵敏度较高。

L用Φ0.8mm的漆包线在Φ5mm的钻头上密绕3匝，脱胎即可。

印板图见图2，可用小刀刻成，无需打眼，可在铜箔面直接焊接。

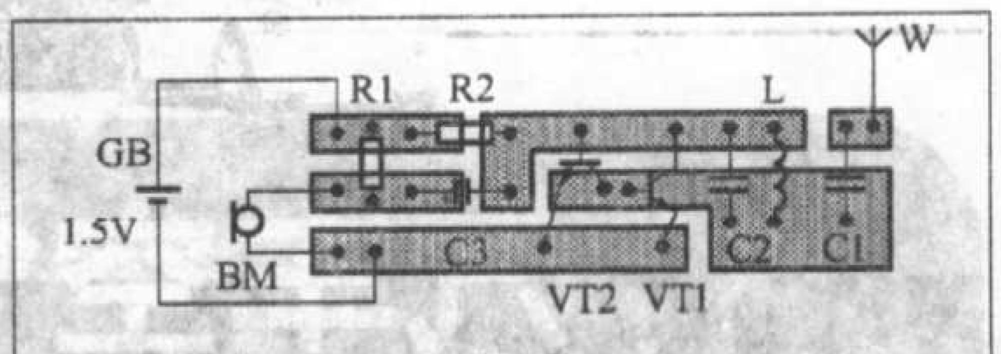


图2

本人利用的是用1节五号电池供电的计算器外壳，尺寸为8.3cm × 13cm。打开外壳拿掉里面线路板及显示屏，用一片透明胶片(可利用包装盒上的胶片)固定在原线路板的位置。一是防止计算器上的电键脱落，二是可用Φ1mm 漆包线0.6m，弯成☰形盘在胶片上，用螺钉固定后作为发射天线。

本发射器用1节5号电池供电，发射电流实测为0.6mA，非常省电，因此开关可省略不用。

装配完成，检查无误后，打开对讲机，频率调在144.000MHz。对讲机放在距发射器5m之内，用无感螺丝刀轻轻调整C2，直到对讲机中发出刺耳啸叫声为止。调整C2，可使本机工作频率在130～145Hz之间调节。

使用时放在您爱车驾驶台靠近前挡风玻璃的地方，经实测，1节5号电池可用40天，笔者用IC−T90A对讲机或C150对讲机作接收，在离车100m距离内可清晰接收车内及周围的任何响动！

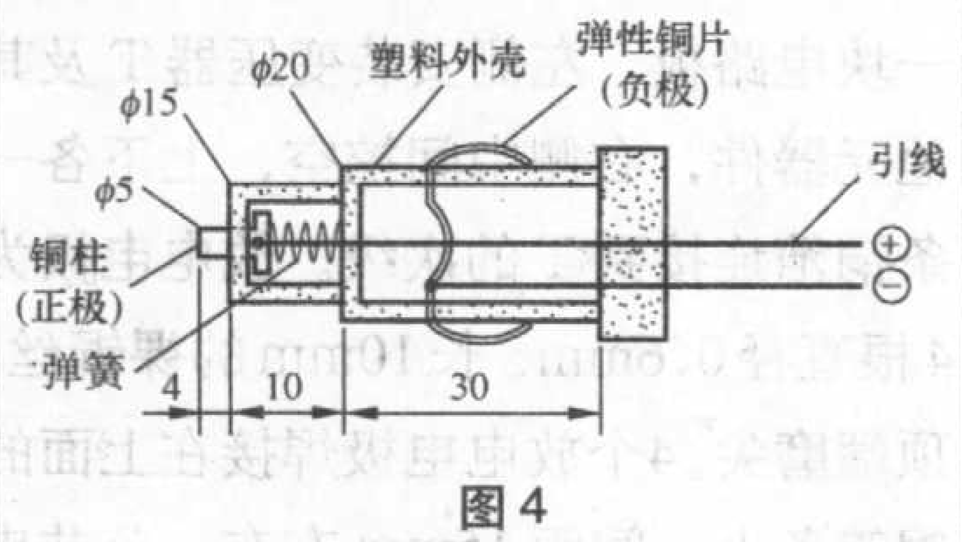


图4

成电路MAX712，也可用MAX713，两者功能与管脚完全相同，所不同的是结束快速充电的条件设置：MAX712是检测到电压增量等于0（ΔV/Δt = 0）时结束快充，仅适用于镍氢电池；而MAX713是检测到电压增量等于负值（ΔV/Δt = −2.5mV）时结束快充，适用于镍氢电池（要求充电率不小于C/2）或镍镉电池。

控制晶体管VT1选用PNP管2SB596，也可用其他P_{CM} ≥ 20W、I_{CM} ≥ 2A的PNP功率管，制作时应安装散热片。发光二极管VD1、VD2选用不同颜色的LED即可。取样电阻R5为0.25Ω、0.5W，可用电阻丝绕制。充电二极管VD3选用1N5400，或其他工作电流不小于2A的整流二极管。

图5

为方便汽车上使用，12V电源采用点烟器插头接入。点烟器插头可购买市售成品，也可按图4所示结构与尺寸自制。整机应装入塑料外壳，外形可参考图5。本充电器一般无须调试即可使用。

本充电器电路可以根据各自需要方便地拓展使用：(1) 如需改变充电电池的节数，按表1所列改变IC1的3、4脚的接法即可；(2) 如需改变快充电流，调节R5的阻值即可，R5(Ω)=0.25V/快充电流（A）；(3) 如需改变设定充电时间，按表2所列改变IC1的9、10脚的接法即可。

汽车空气清新器

文/门 宏

驾车出游时，由于车内环境是一个相对封闭的空间，驾车时间长了车内空气质量就会下降，使人们感到不适。自制汽车空气清新器可以有效改善车内小环境的空气质量，随时为您营造大海边般的新鲜空气，使您始终保持清醒的头脑和充沛的精力，维护您和您家人的健康与安全。

一、电路工作原理

汽车空气清新器通过车内点烟器使用的12V直流电源，将它变换为3000V直流高压使空气电离产生大量负离子，从而改善了空气质量，使车内小环境的空气变得清新宜人。

汽车空气清新器电路如图1所示。电路中采用了两块555时基集成电路(IC1、IC2)，分别构成定时控制器和高频振荡器，晶体管VT等构成开关电路，T为升压变压器，M为微型风扇。图2为整机原理方框图。

555时基电路IC2与R4、R5、C5等组成多谐振荡器。接通电源后，因C5上电压很低，IC2输出端（3脚）为高电平，同时12V电压经R4、R5向C5充电，C5上电压逐步上升。当C5上电压上升到$2/3V_{cc}$时，IC2内部触发器翻转，3脚输出低电平，同时内部放电管导通，C5上电压开始经R5通过7脚放电。当C5上电压下降到$1/3V_{cc}$时，IC2内部触发器再次翻转，3脚输出高电平，同时内部放电管截止，12V电压又经R4、R5向C5充电。如此周而复始形成振荡，振荡频率$f=1.44/[(R4+2R5)C5]$，其3脚输出约48kHz的高频脉冲电压。

当IC2输出端(3脚)为高电平时，开关管VT导通，12V电源经二极管VD流经变压器T的初级绕组。当IC2输出端(3脚)为低电平时，开关管VT截止，变压器T储存的能量通过其次级释放。由于T的初、次级变压比达1：300，次级脉冲电压将高达3000V以上，通过放电器的尖端放电使空气电离而产生负离子。风扇M的作用是使负离子更快更好地扩散到周围空气当中去。

555时基电路IC1与R1、R2、C2等组成另一个多谐振荡器，这是一个超低频振荡器，振荡周期约为6分钟，其输出端（3脚）输出为脉宽180秒、间隔180秒的方波。高频振荡器IC2的复位端(4脚)受IC1输出端（3脚）的控制：当IC1输出端为高电平时IC2振荡，当IC1输出端为低电平时IC2停振，IC2输出端为低电平。IC1与IC2共同作用的结果是，电路工作3分钟、暂停3分钟，间歇性地产生负离子。风扇电机M也受IC1输出端的控制，与IC2同步工作。发光二极管VD1是负离子发生电路的工作指示灯。

二、元器件选择与制作

IC1、IC2选用两块时基电路CB555，或选用一块双时基电路CB556。注意，CMOS时基电路CB7555或CB7556因驱动电流较小，不适合本机使用。开关管VT选用2SC2073等中功率管。二极管VD2选用FR104等快恢复整流管。风扇M可选用12V、150mA左右的计算机CPU用的散热风扇，其体积较小、厚度薄、噪声很低，比较适合本制作使用，也可用12V玩具电机配以自制的风扇叶片代用。

变压器T需自行绕制，选用N27型E字形铁氧体磁心，线圈绕在其绝缘框架上，初级用直径0.4mm漆包线绕11圈，次级用直径0.1mm漆包线绕3300圈，初、次级间应垫有绝缘层，线圈绕好后需用绝缘带包裹。

放电器制作方法如图3所示，制作一块电路板，左侧安装变压器T及其他元器件，右侧中间挖空，上下各一条铜箔连接到T的次级。放电电极为4根直径0.6mm、长10mm的裸铜丝，顶端磨尖。4个放电电极焊接在上面的铜箔条上，间距15mm左右。公共电极为一根直径1mm左右的裸铜丝，按图3所示弯成“┌┐”状，焊接在下面

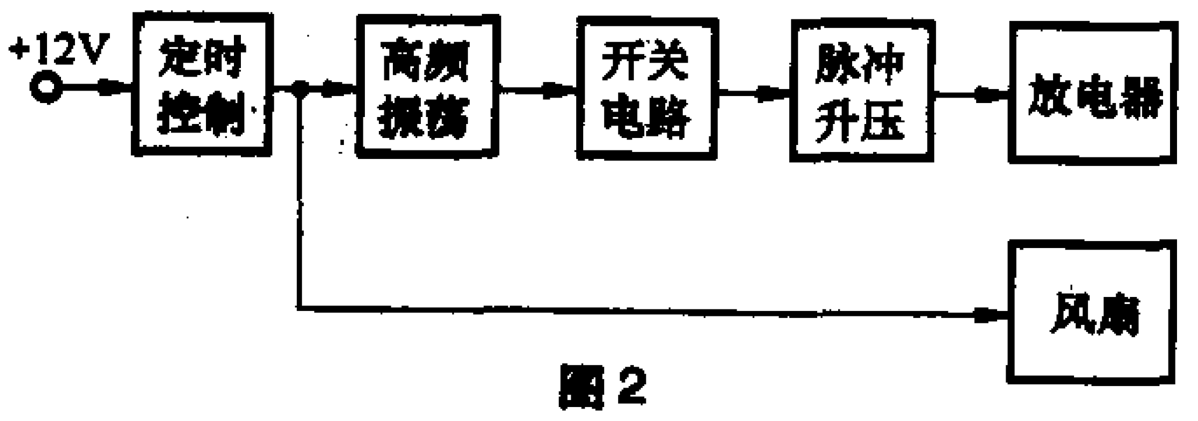


图2

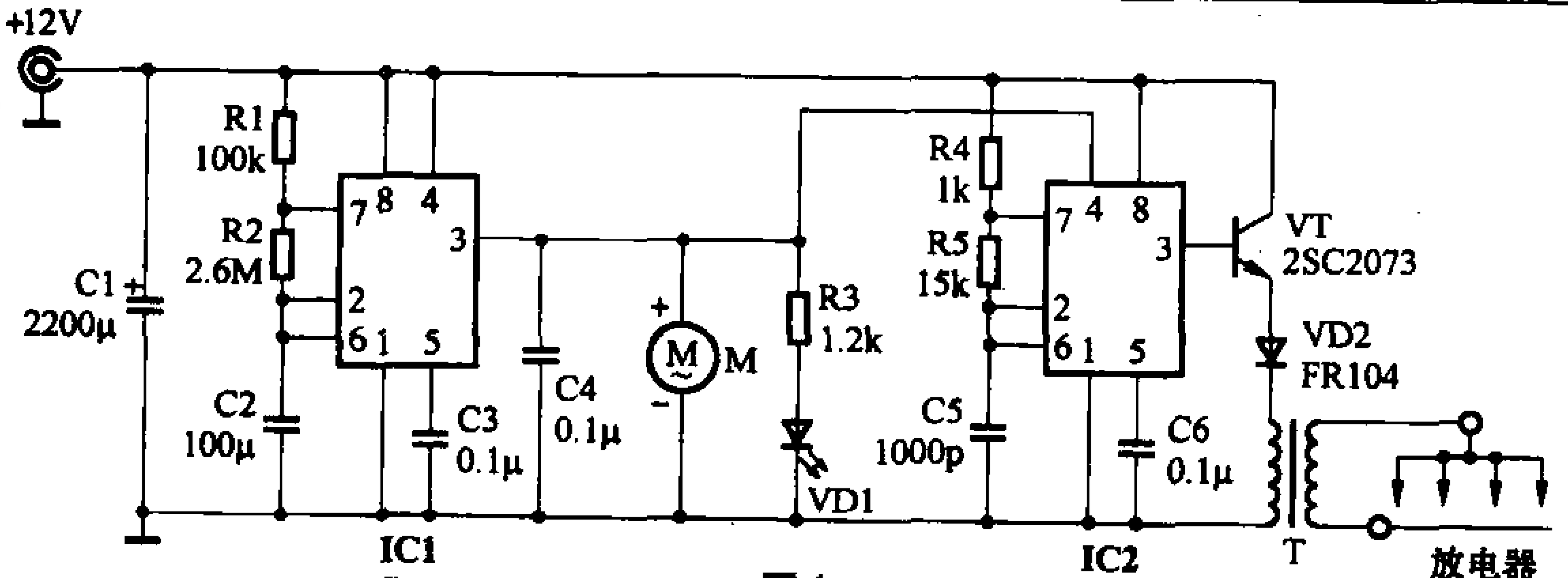


图1

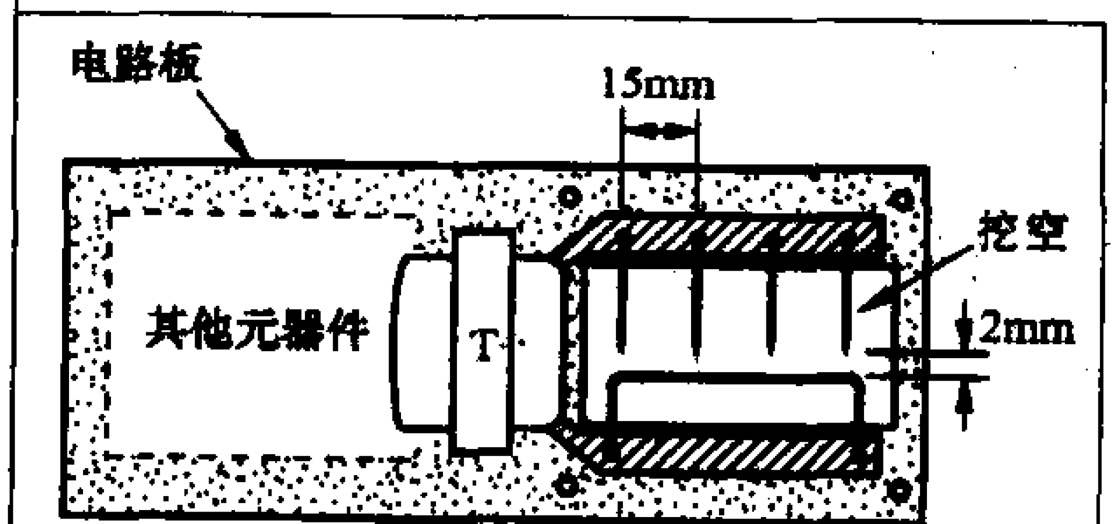


图3

用 MP3 升级汽车音响

文 / 高国栋

车用卡座收放音机不仅音质差而且还要经常购买磁带，有没有什么好的方法既经济、方便、音质又好的呢？

如果用电脑光驱改装，首先抗震问题很难解决，再有就是要经常买CD盘费用更高，所以行不通。偶然一个机会我想到了MP3随身听，MP3随身听的特点是音质好、体积小、重量轻、抗震性能好、携带方便等优点。经本人探索实践终于解决了这个问题。

下面就把我用联想 C216 型 MP3 的改装方法介绍给大家（小提示：和同价位MP3相比较，联想C216型MP3特点是音质好、省电，一节普通7号电池可连续播放 7～8 小时）。

详细改装方法见图1，准备一条长 0.5～1.5m 带立体声插头的音频线（可以到电脑城买，也可以自己做）和两个4.7μF/50V 电解电容。把立体声插头插在MP3的耳机插孔上，另一端经两个4.7μF/50V 的电容焊接在卡座收放机的电位器的音频输入端子上。同时把磁带驱动电机引线去掉不让电机空转，这样可以降低噪音，再把磁头引线也从电路板上去掉，还可以进一步降低噪音。如果你不想使用收音机功能干脆把音量电位器的输入端引线去掉，将前级信号完全隔离。为了保持MP3信号的原汁原味，音调电路也去掉。总而言之，把能舍去的都舍去，只保留功放部分。在实际改装过程中本人已经把图1中A、B、C、D、E、F点都全部断开，效果非常好。有条件的把原车扬声器换成全频扬声器音质还会有所改善。

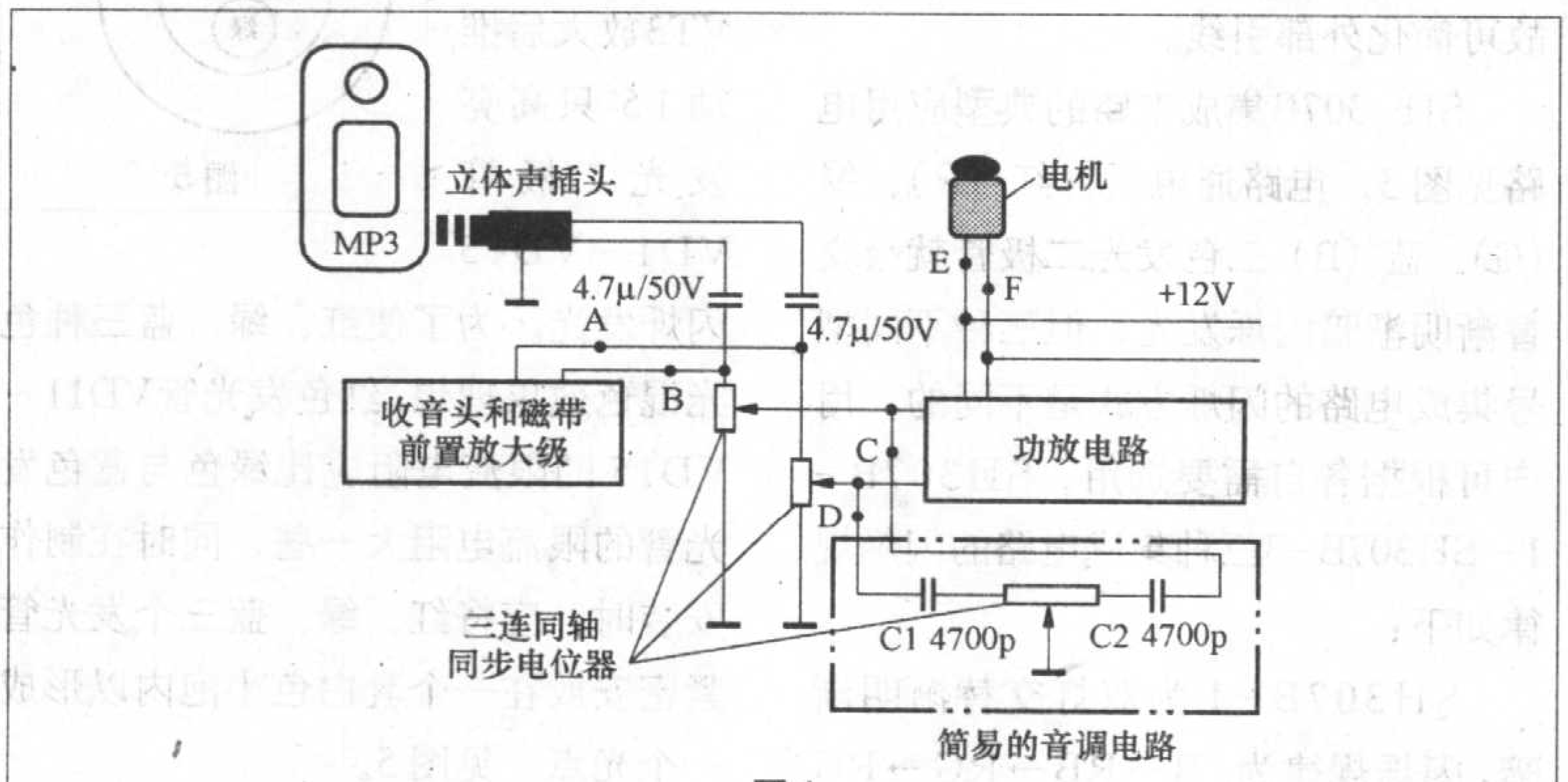


图 1

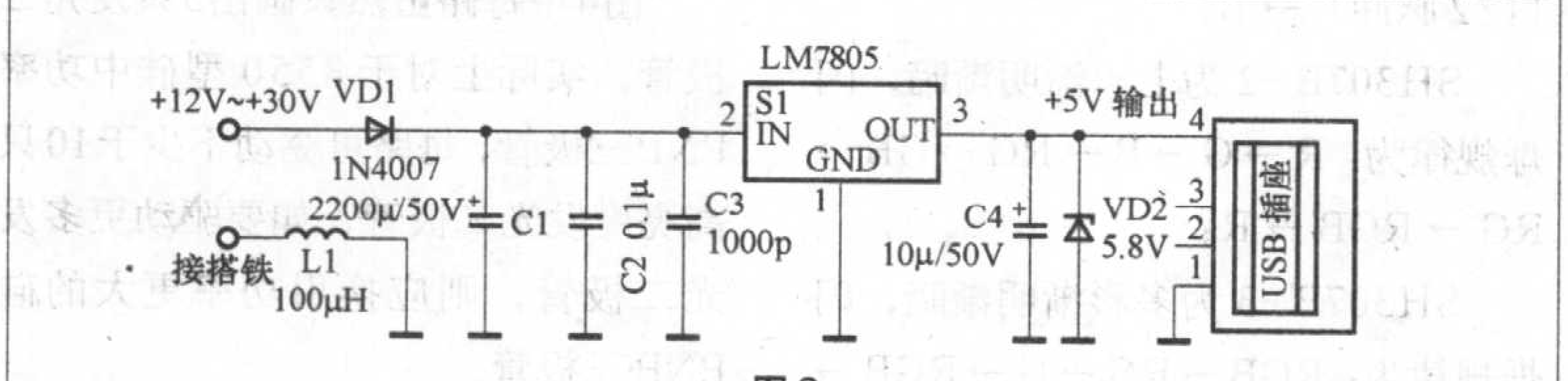


图 2

为方便大功耗MP3和长时间听音乐需求，同时增设了车用 MP3 供电电路，电路原理图见图 2。

图2中的L1、C2、C3组成抗干扰电路，VD1 防止电源接反损坏 MP3，同时避免由于汽车启动时供电电压急剧下降使 C1 上存储的电荷释放掉，造成 LM7805 输出达不到 + 5V 使 MP3 初始化。VD2的作用是超压保护，防止因LM7805损坏输出高于5V的电压而损坏 MP3。

的铜箔条上。每一放电电极的尖端与公共电极相距 2mm 。

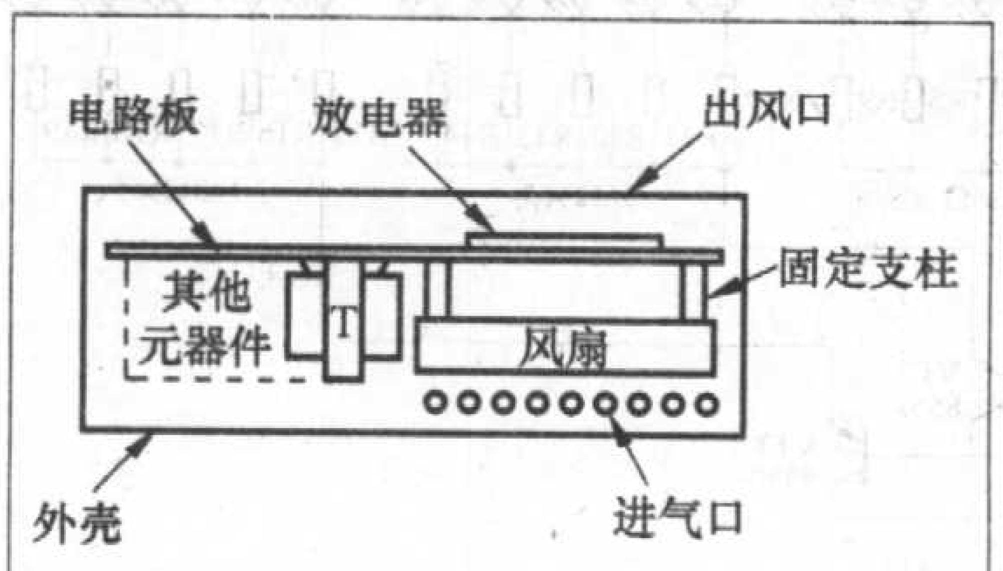


图 4

风扇 M 固定在电路板下方，风扇中心正对着放电器，相距15mm左右，如图4所示。风扇的出风方向应朝上，以便将放电器产生的负离子向上吹到空气中。整机应装入绝缘外壳中，在外壳上面正对放电器的位置开一些孔缝作为出风口，在外壳两侧靠近风扇的地方开孔作为进气口。12V 电源线与汽车点烟器插头相连接。汽车空气清新器外形如图5所示。整机电路一般无须调试即可使用。

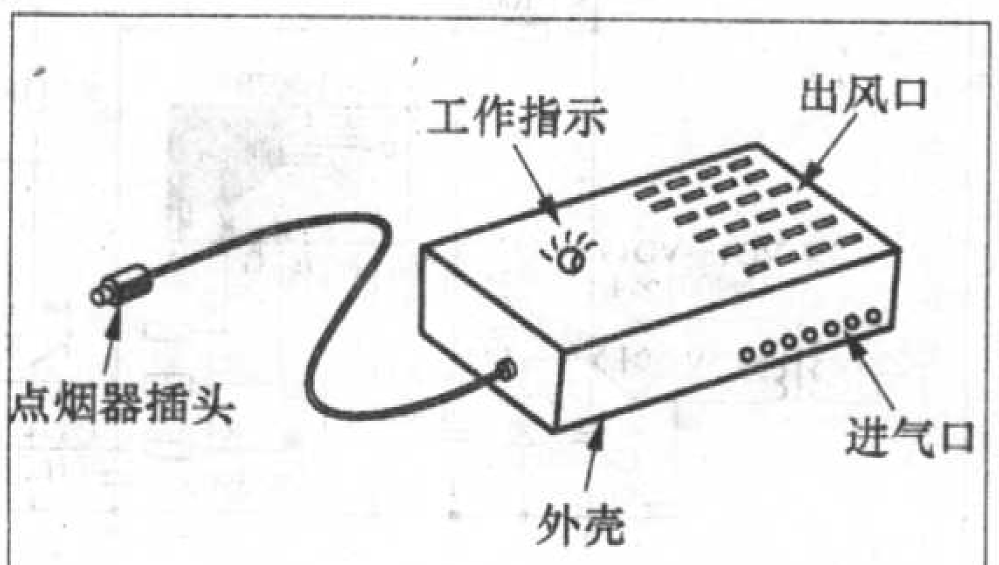


图 5

SH-307B系列多彩LED驱动集成电路

文/陈有卿

SH-307B是上海舒康仪器技术有限公司生产的三路多彩LED闪光驱动控制集成电路，目前有SH307B-1、SH307B-2和SH307B-3三个型号，均可直接驱动高亮度红、绿、蓝三色LED发光，通过混色可获得七彩缤纷的视觉效果。该系列集成电路可广泛用于各种七彩闪光玩具、景观灯装饰、闪光工艺品及广告牌等，控制电路简单、无需外围元件、耗电省、制作方便。

SH-307B系列集成电路均采用DIP-8双列直插式塑料封装，性能稳定可靠，引脚排列见图1，各引出脚功能与主要电参数分别见表1与表2。除DIP-8塑封外，SH-307B系列集成电路还有COB黑膏软封装产品，软封产品管脚排列见图2，它已将内置振荡器地端K在芯片内部与电源负端Vss相连，故可简化外部引线。

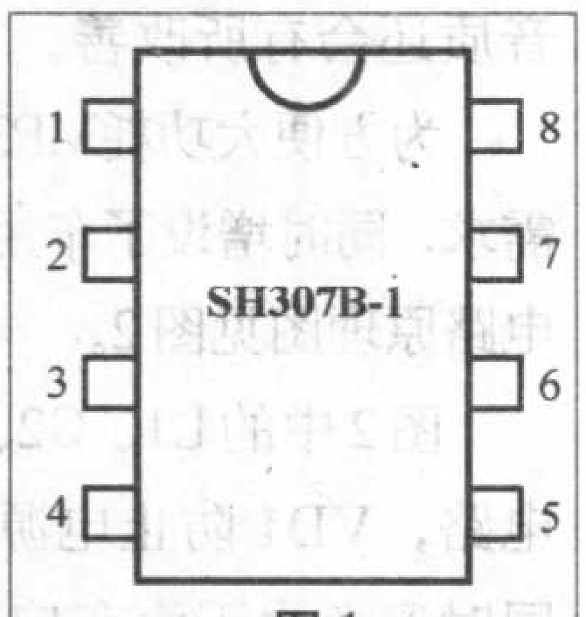


图1

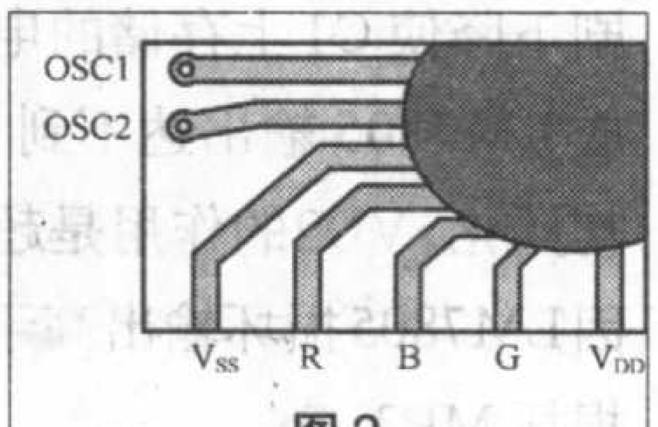


图2

表1 SH-307B系列集成电路各引脚功能

引脚	符号	功能
1	G	绿色LED驱动输出端，灌电流输出
2	B	蓝色LED驱动输出端，灌电流输出
3	K	内置振荡器地端，应与电源负端相连
4	V_{DD}	电源正端
5	OSC1	外接振荡电阻端，因芯片已内置了振荡电阻，所以该两脚可悬空处理。如果外接一个阻值不小于200kΩ的电阻器，则可进行调频，使振荡频率加快
6	OSC2	
7	Vss	电源负端
8	R	红色LED驱动输出端，灌电流输出

表2 SH-307B系列集成电路主要电参数

参数名称	符号	规范值	单位
工作电压	V_{DD}	2~4.5	V
静态电流	I_s	≤5	μA
输出灌电流	I_O	≥20	mA

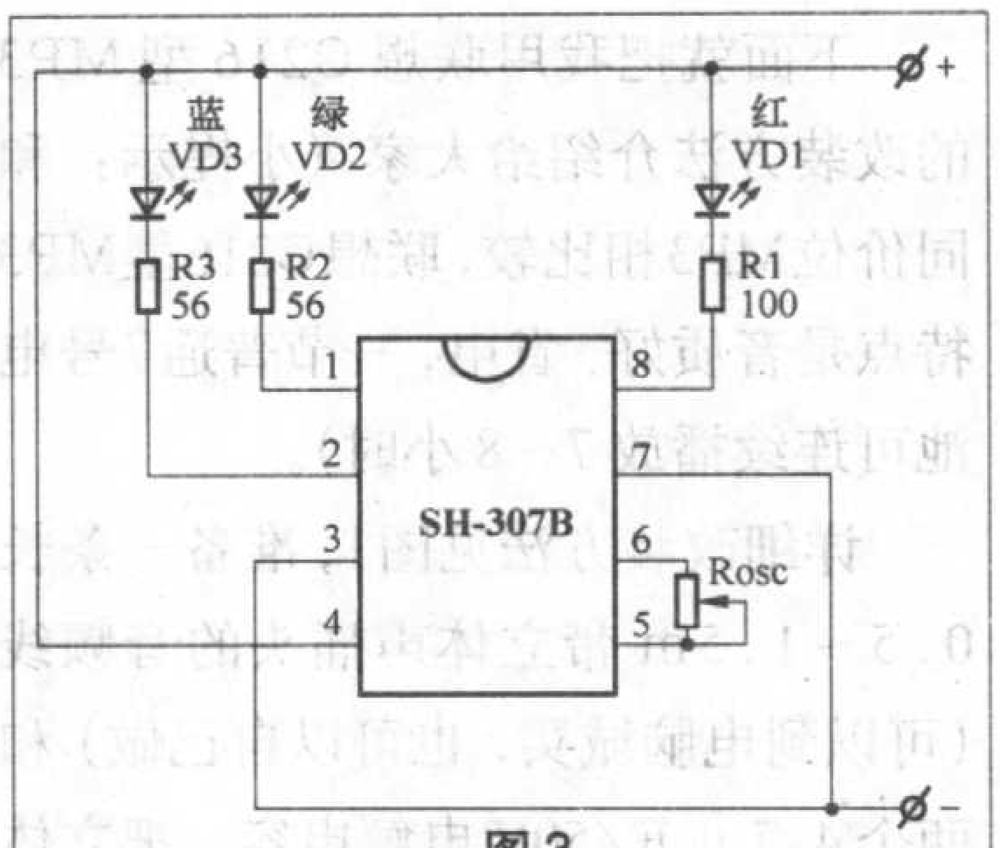


图3

SH-307B集成电路的典型应用电路见图3，电路通电后，红（R）、绿（G）、蓝（B）三色发光二极管就会交替渐明渐暗闪烁发光，但三种不同型号集成电路的闪烁方式是不同的，用户可根据各自需要选用。SH307B-1～SH307B-3三种集成电路的闪烁规律如下：

SH307B-1为双灯交替渐明渐暗，闪烁规律为：B→RB→RG→RG（1/2脉冲）→B；

SH307B-2为七彩渐明渐暗，闪烁规律为：R→G→B→RG→GB→RG→RGB→R；

SH307B-3为多彩渐明渐暗，闪烁规律为：RGB→RG→G→RGB→RB→R→RGB→B→RB→RGB。

现介绍一个比较实用的高亮LED多彩闪光驱动电路，见图4。图中SH-307B采用软封产品，若用DIP-8塑封产品，应将3脚K端接电源负端。芯片工作电源采用变压器T降压、二极管VD16～VD19桥式整流、稳压管VD20稳压和电容C1滤波供给。芯片绿、蓝、红三个驱动输出端G、B、R分别通过电阻R2～R4经三极管VT1～VT3放大后推动15只高亮发光二极管VD1～VD15闪烁发光。为了使红、绿、蓝三种色光混色效果理想，红色发光管VD11～VD15的限流电阻应比绿色与蓝色发光管的限流电阻大一些，同时在制作安装时，应将红、绿、蓝三个发光管紧密安放在一个乳白色小泡内以形成一个光点，见图5。

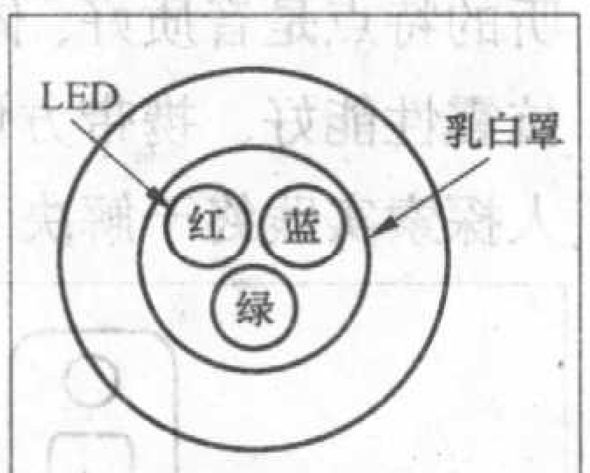


图5

图4中每路虽然只画出5只发光二极管，实际上对于8550型硅中功率PNP三极管，每路可驱动不少于10只高亮度发光二极管，如要驱动更多发光二极管，则应换用功率更大的硅PNP三极管。

编者注：SH-307B系列的供货信息见本期第69页广告。

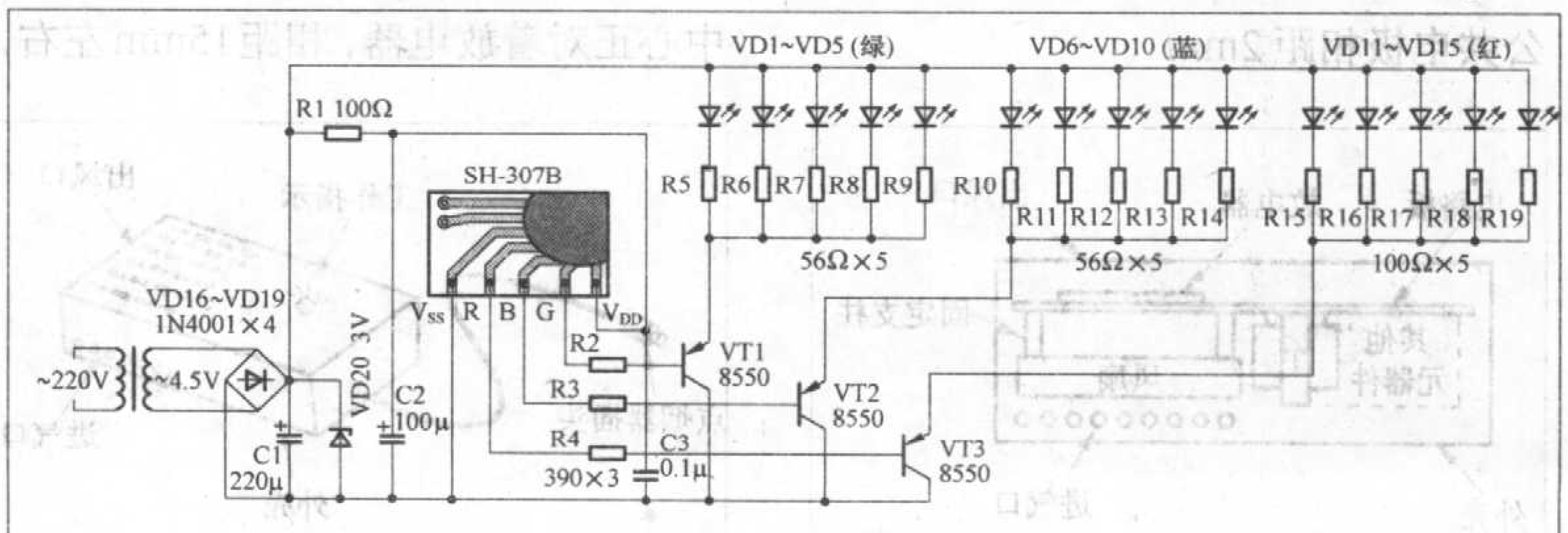


图4

T3088A型带伴奏打击乐发生器集成电路

文 / 王南阳

一、电路概述

T3088A是PCM语音编码单片CMOS大规模集成电路。图1是它的

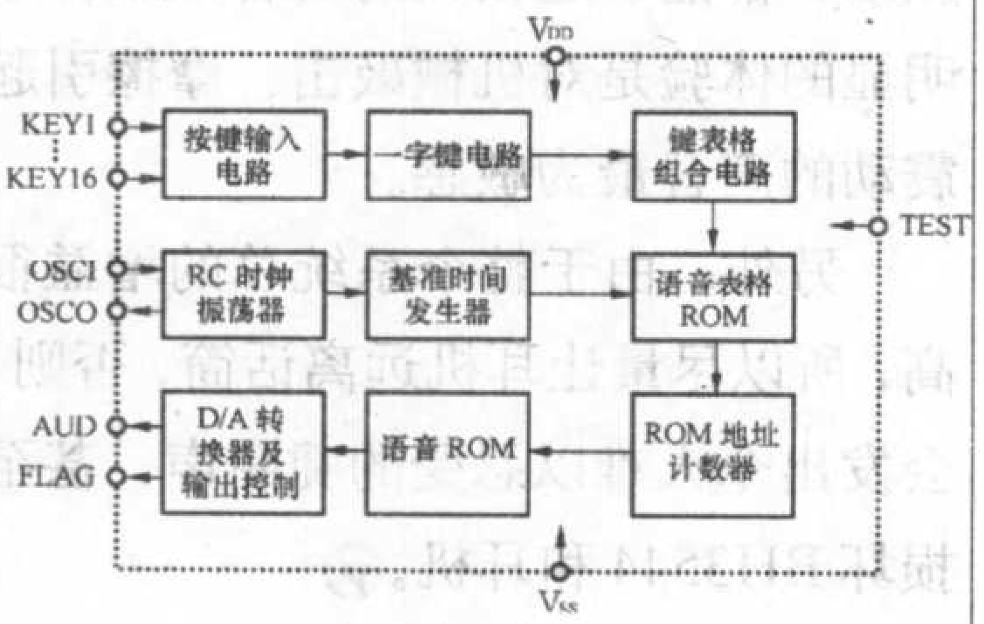


图1

内部电路原理框图。T3088A内部储存有8种打击乐器声和8种舞步节奏音，由S1~S16按键分别控制输出不同的打击乐器声与伴奏舞步节奏音（见表1、表2）。音频输出时，发光二极管同步产生3Hz频闪。供电电压为2.4~5.0V。静态电流极微，约为1μA。T3088A电源电压范围宽，外围电路简单，安装调试容易，特别适合于制作打击乐玩具、电子打击乐器等新潮产品。

表1

按键编号	舞步内容
S1	美坤滑步舞1
S2	美坤滑步舞2
S3	叙事民谣1
S4	叙事民谣2
S5	桑巴舞1
S6	摇滚舞
S7	桑巴舞2
S8	伦巴舞

表2

按键编号	打击乐器名称
S9	拍板
S10	定音鼓
S11	康加鼓（非洲手鼓）
S12	边鼓（铜鼓）
S13	铝板琴2
S14	排锣（云锣）
S15	邦戈鼓（起小鼓）
S16	美洲拉鼓

T3088A是24引脚DIP封装，图2为引脚排列图，各引脚功能见表3。图3为芯片压焊点脚位图，表4是芯片压焊点实际位置坐标值。芯片衬底必须接印制电路板V_{SS}端。表5所列是T3088A直流电气特性参数。

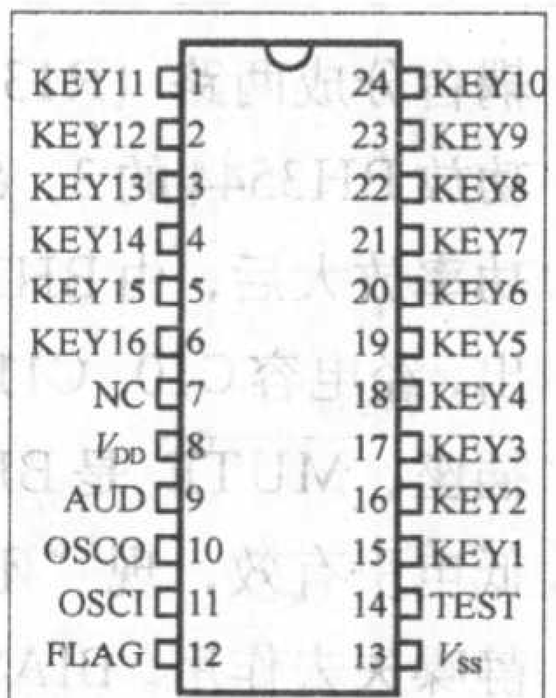


图2

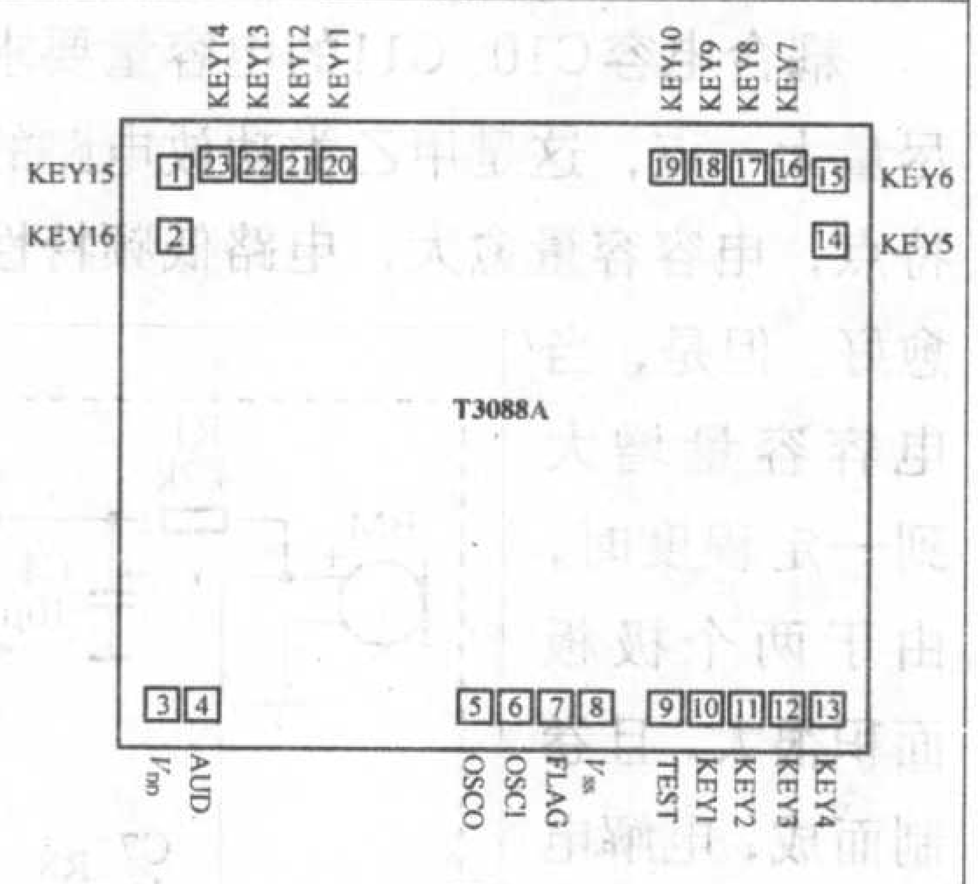


图3

二、典型应用

图4是典型应用电路原理图。T3088A按键输入端KEY1~KEY16呈100kΩ高阻，各按键的优先权分别为：S1＞S2＞S3……＞S15＞S16。图5为工作时序图。

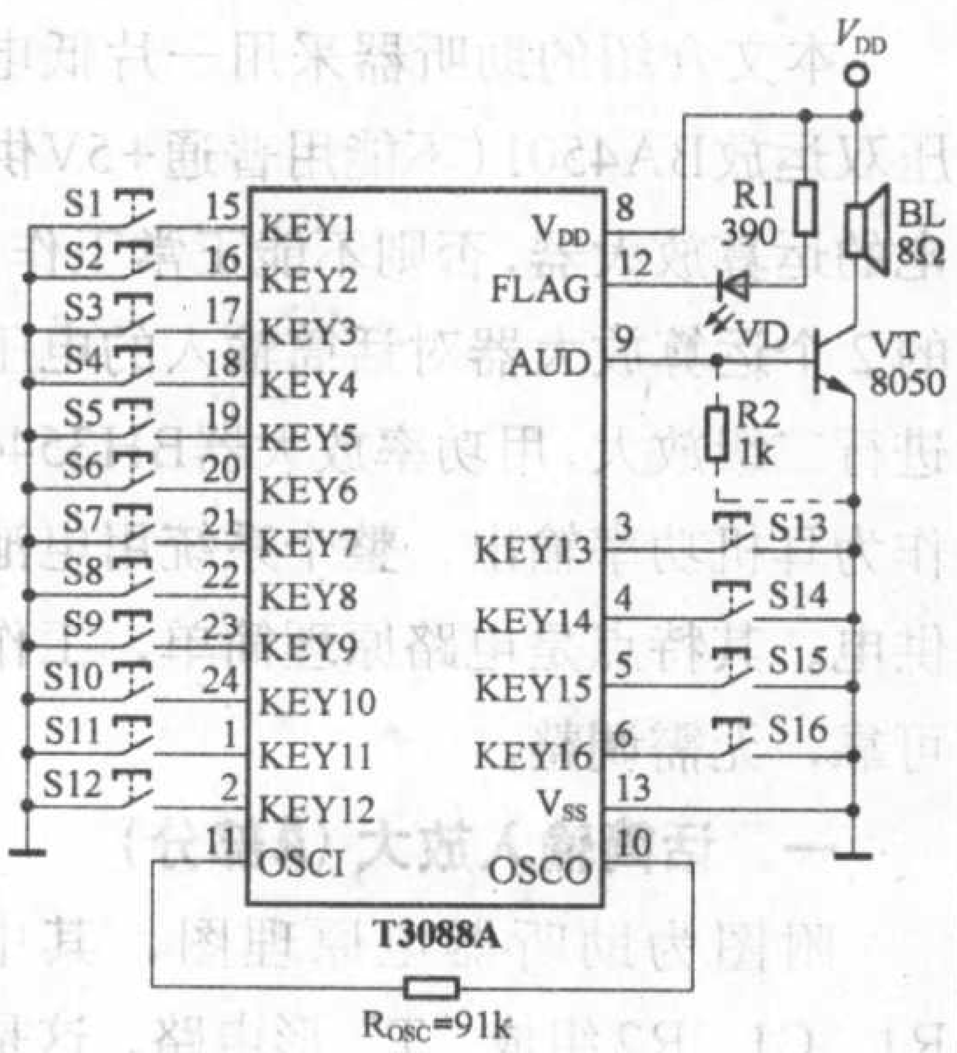


图4

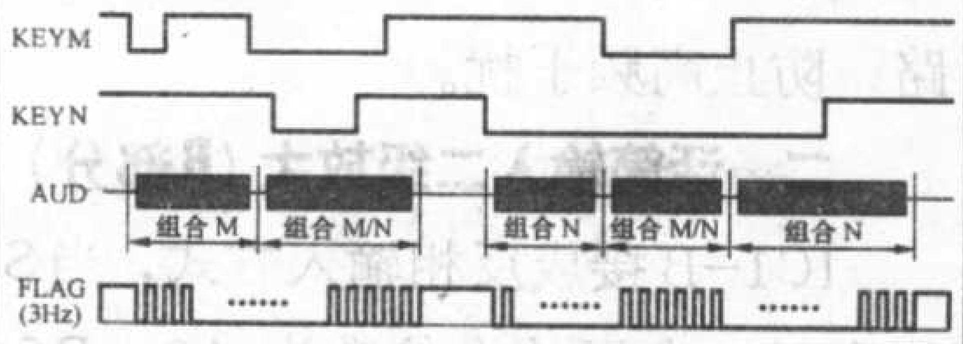


图5

表3

引脚号	引脚名	功能描述
1~6	KEY11~KEY16	按键触发输入端口，低电平有效
7	NC	空脚，可悬空不接
8	V_{DD}	电源正端（+）
9	AUD	音频信号输出端
10	OSCO	振荡器输出端，外接振荡电阻
11	OSCI	振荡器输入端，外接振荡电阻
12	FLAG	音频信号输出期间，驱动发光二极管产生3Hz频闪，低电平有效
13	V_{SS}	电源负端（−）
14	TEST	IC测试端口
15~24	KEY1~KEY10	按键触发输入端口，低电平有效

表4

序号	名称	X坐标	Y坐标	序号	名称	X坐标	Y坐标
1	KEY15	−1528.5	1281.5	13	KEY4	1545	−1324.5
2	KEY16	−1528.5	964.5	14	KEY5	1547	967
3	V_{DD}	−1577	−1315.5	15	KEY6	1547	1271.5
4	AUD	−1392	−1315.5	16	KEY7	1355.5	1321.5
5	OSCO	−91	−1315.5	17	KEY8	1170.5	1321.5
6	OSCI	94	−1315.5	18	KEY9	985.5	1321.5
7	FLAG	279	−1315.5	19	KEY10	798	1321.5
8	V_{SS}	464	−1315.5	20	KEY11	−776	1326.5
9	TEST	805	−1324.5	21	KEY12	−961	1326.5
10	KEY1	990	−1324.5	22	KEY13	−1145.5	1326.5
11	KEY2	1175	−1324.5	23	KEY14	1331.5	1326.5
12	KEY3	1360	−1324.5				

表5

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
工作电压	V_{DD}	2.4	–	5.0	V	V_{DD}=3V
工作电流	I_{DD}	–	200	400	μA	V_{DD}=3V，无负载
静态电流	I_{STB}	–	1.0	5.0	μA	V_{DD}=3V
音频输出电流	I_{AUD}	−1.5	−2.0	–	mA	V_{DD}=3V，V_{OH}=0.6V
输出拉电流	I_{OL}	1.5	3.0	–	mA	V_{DD}=3V，V_{OL}=0.3V
输入高电平	V_{IH}	$0.7V_{DD}$	–	–	V	V_{DD}=3V
输入低电平	V_{IL}	–	0	$0.2V_{DD}$	V	V_{DD}=3V
振荡器频率	f_{OSC}	–	208	–	kHz	R_{OSC}=91kΩ

自制助听器

文/葛中海

本文介绍的助听器采用一片低电压双运放BA4501(不能用普通+5V供电的运算放大器,否则不能正常工作)的2个运算放大器对话筒输入的电压进行二级放大,用功率放大器BH3544作为耳机功率输出,整个系统用电池供电。其特点是电路原理简单,工作可靠,无需调整。

一、话筒输入放大(A部分)

附图为助听器电原理图,其中R1、C1、R2组成“T”形电路,这是驻极体话筒的典型供电方式。R2和C1组成电源RC滤波电路,R1是驻极体话筒漏极D的外接电阻。话筒输出的音频信号经C7隔直耦合,经IC1−A进行电压放大。IC1−A接成同相输入方式,电压放大倍数为$A1=(1+R7/R12)$。C8和R7并联组成低通滤波电路,防止高频干扰。

二、话筒输入二级放大(B部分)

IC1−B接成反相输入方式,当S1闭合时,电压放大倍数为$A2=R5/R10$;当S1断开时,电压放大倍数为$A3=(R5+R6)/R10$。显然,S1断开时电压放大倍数是闭合时的2倍。C9并联在输入、输出端,与R5或R5+R6组成低通滤波电路,防止高频干扰。设置这个选择开关,是考虑到听力障碍的差异性。有的人听力很低,可把S1断开;听力稍好一些的人,可把S1闭合,以免音量过大。

另外,R3、R4组成分压电路,由C2、C3滤波,经R9、R11分别加在IC1−A和IC1−B运放的同相端,作静态偏置之用。

三、功率输出(C部分)

由第二级输出的电压信号,经C5耦合分成两路(R13、R14),输入到功放BH3544的3、5端。经BH3544功率放大后,由BH3544的1、7端输出,经电容C10、C11隔直耦合到耳机插座。$\overline{\text{MUTE}}$ 是BH3544的静噪端,低电平有效,现“死接”高电平,使静噪失去作用。BIAS是BH3544的偏置,外接去耦电容C12。

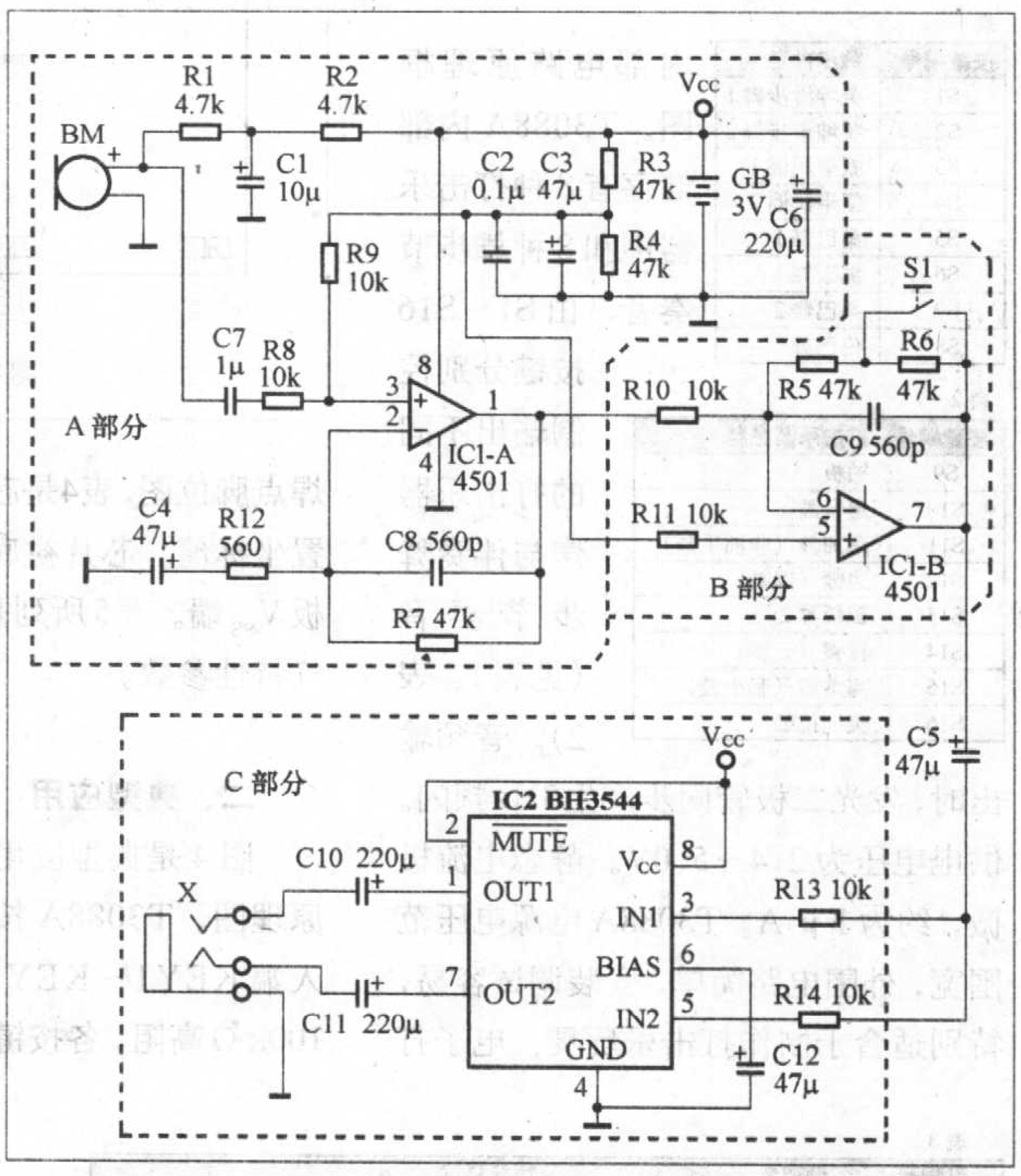
耦合电容C10、C11的电容量要求尽量大一点,这是甲乙类功放电路的特点,电容容量愈大,电路低频特性愈好。但是,当电容容量增大到一定程度时,由于两个极板面积很大,且卷制而成,电解电容将不再是纯电容,而明显地产生漏阻和电感效应,使得低频特性得不到明显改善,所以一般取220~470μF。

BH3544F/3541是ROHM公司几年前研发出来的AB级(我国一般称甲乙类)耳机放大器。+5V供电时,输出功率可达到60mW,附表是BH3544F/3541几个重要参数(供电电压为5.0V,负载为32Ω,常温25°)。

四、试听效果

装成整机后通电工作,正常人听起来非常响亮,甚至于不能忍受!周围环境轻微的噪声都会被其放大,听得清清楚楚。尤其对其自身的极轻微颤动,都能引起很大的听音效果。最明显的体验是对机械敲击、摩擦引起震动的声音最为敏感。

另外,由于整个系统总的增益很高,所以尽量让耳机远离话筒,否则,会发出令人难以忍受的啸叫声,甚至损坏BH3544和耳机。



附表

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_Q	静态电流	输入电压 = 0V	4	7	10	mA
V_{TM}	静噪电压	−	0.3	0.7	1.6	V
G_{VC}	电压增益 BH3544F	−	4	6	8	dB
	电压增益 BH3541F	−	−2	0	2	dB
P_{O1}	输出功率	R_L=32Ω,失真<0.1%	25	31	−	mW
P_{O2}	输出功率	R_L=16Ω,失真<0.1%	50	62	−	mW
THD	总的谐波失真	频率范围20~20kHz	−	0.02	0.1	%
CS	通道分离度	R_g=0Ω	82	90	−	dB
R_{in}	输入阻抗	−	72	90	108	kΩ

红外线遥控开关的制作

文/唐奂知

红外线遥控装置具有抗干扰能力强、操作简便等诸多优点，已经广泛应用于彩色电视机、VCD、DVD、空调、组合音响等各种家用电器上。本文介绍一种利用常用的彩电遥控器制作的红外线遥控开关，可以控制多种家用电器，如家庭中的电灯、电热饮水机、电风扇等。通常我们只控制电器的开、关，或者控制电风扇的调速。

单路遥控开关工作原理

一个接收装置只能控制一种家用电器，我们称这种接收装置为红外线单路遥控开关，它适合控制那些相对分散的电器设备。图1是这种单路遥控开关的电路图，它采用了一块专用集成电路FLYK−HY01−A，与它配套的遥控板可以采用市场上很容易购买的采用LC7461编码的遥控器。

1. 电源部分

图1中，220V的交流电经X1输入，经过C1降压后由VD1稳压、VD2整流，再经过C2滤波，得到12V的直流电压。12V的直流电压经IC1稳压后得到5V的直流电压，供专用集成电路IC3使用。

2. 红外线接收

IC2为红外线接收头，你可以采用任何一种彩电的红外线接收电路，为了降低制作难度，笔者推荐采用一体化的接收头，接收头接收到的遥控编码信号送入集成电路IC3的6脚。关于一体化红外线接收头的详细介绍，请阅读《无线电》2004年第5期第50页笔者的《用普通遥控器遥控电脑》一文。

3. 解码与控制

+5V的电源加入集成电路IC3的20脚，同时还通过C6、R2为IC3的1脚提供复位信号，IC3的4、5脚外接的12MHz石英晶体B和电容C7、C8构成了时钟振荡，为IC3的正常工作提供了必要的条件。IC3的6脚输入的红外线遥控信号经集成电路IC3内部分析处理，首先判断该红外线信号是否属于规定的遥控器所发出的控制信号，如果是，再进一步判断该信号的具体操作指令所控制的具体对象，最后从相应的控制输出端（IC3的12~19脚）输出控制信号，打开或者关闭该脚所控制的电器设备。

4. 执行电路

集成电路IC3输出的控制信号去控制由方框内R3、R4、VT、K、VD3等组成的继电器输出控制电路。通过类似计算机主板的设置跳线帽，普通用户也可以方便地设置输出端子，图中的设置状态是与集成电路IC3的12脚连接，当12脚为高电平的时候，三极管VT饱和导通，继电器K吸合，灯泡通电发光。设置继电器模式是为了方便控制各种感性、容性及纯阻性负载的开与关，如果只是为了控制白炽灯，也可以将方框内的电路改为R5、R6、VS等组成的晶闸管输出控制电路。

5. 专用集成电路分类

FLYK−HY系列专用集成电路有多种规格，HY后面跟随的数字代表配套的遥控器型号，01属于LC7461；最后的字母A表示对应的按键区域。遥控板共有32个按键，分A、B、C、D四个区域，每个区域最多可以控制8种电器，其中A对应1~8这八个数字按键，具体情况见附表。遥控器的相应按键见图2。

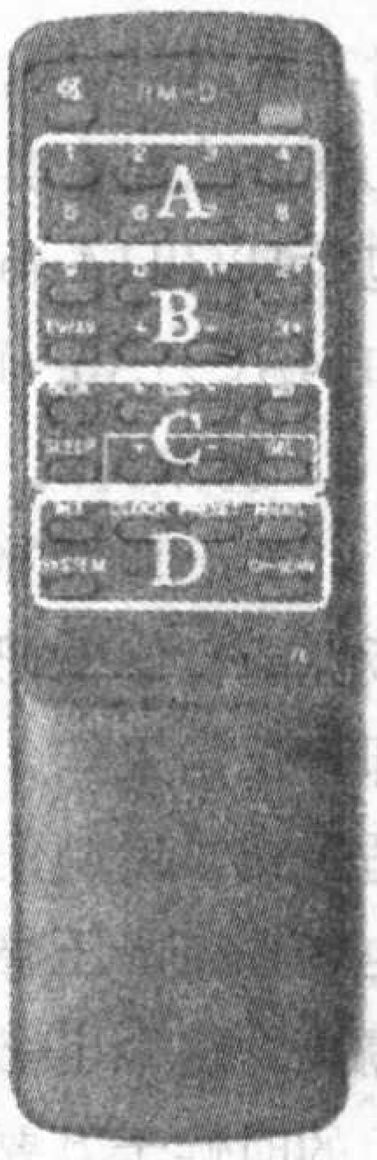


图2

实际制作

1. 电路板制作

图3是单路遥控开关的印制电路板图（特别提示：集成电路IC3的9脚必须剪断，或者将集成电路的插座9脚剪断，不能与电路板焊接），读者可以用刀刻或者其他方法制作，笔者实验的时候是采用热转印法制作的，效果还不错。要特别提醒的是，

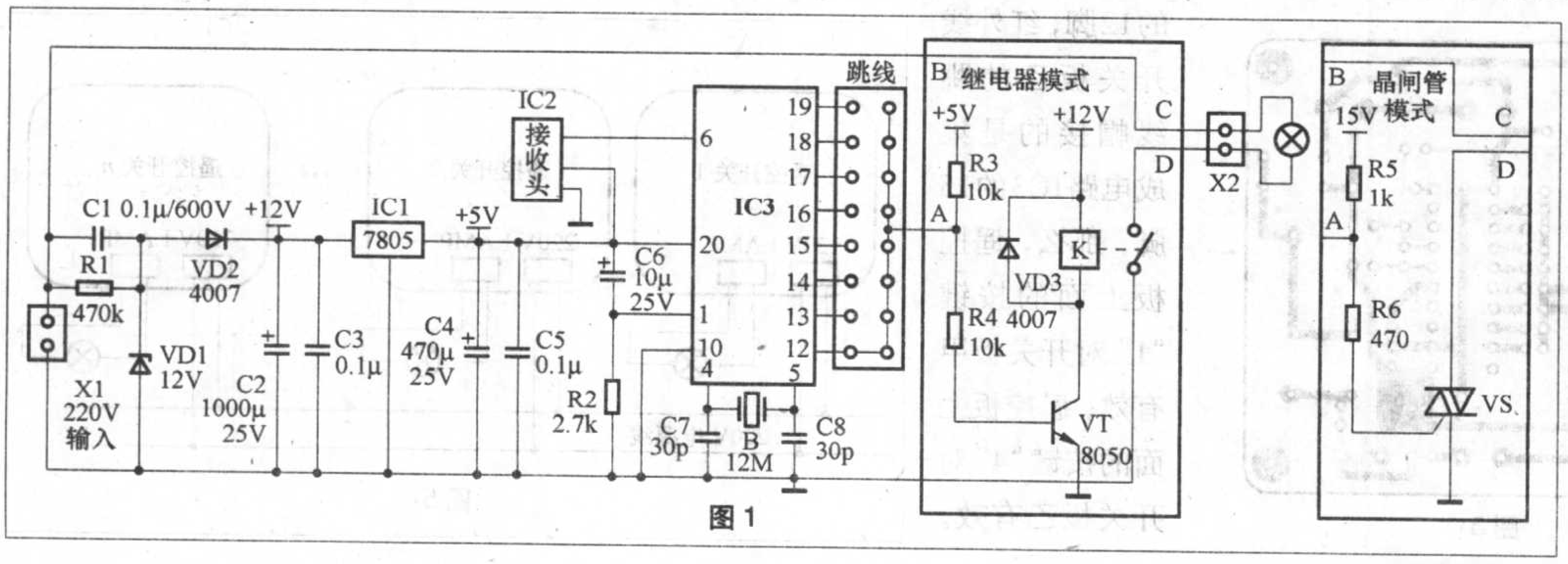


图1

附表 集成电路IC3型号、管脚与遥控器按键的对应关系

集成电路型号	集成电路管脚及其对应的遥控器按键							
	12脚	13脚	14脚	15脚	16脚	17脚	18脚	19脚
FLYK-HY01-A	1	2	3	4	5	6	7	8
FLYK-HY01-B	9	0	1*	2*	TV/AV	频道+	频道-	3*
FLYK-HY01-C	BLUE	音量+、	音量-	往复	SLEEP	SEL +	SEL -	SEL
FLYK-HY01-D	PIC	CL	PRE	REC	SYS			CH

印板图与实际看到的电路板敷铜面是左右相反的，如果用热转印方法制作，可以直接打印这个图。需要高清晰度印制电路板图的读者可以到 http://www.fldz.com 下载。

2. 元器件选择

继电器可以选用SRD-12VDC-Sl-C等型号的小型继电器，220V交流电时其触点可以承载7A的电流，可带1000W的负载。如果控制的是小功率灯泡，可以用1A/600V的双向晶闸管，比如MAC97A6、BH134等。

3. 制作调试

只要元器件选择正确，无损坏，电路板性能良好，把所有元件正确焊接后即可正常工作，无需任何调试，特别适合初学者制作。由于电路采用的是电容直接降压整流，没有采用变压器隔离，整个电路板都带电，制作和使用的时候千万要注意，通电状态下绝对不允许用手或者身体的其他任何部位接触电路板，也不能用金属物体接触电路板。

4. 跳线设置

图1中跳线可以选择设置8个通道的其中一个。如果在同一个房间需要用一个遥控器控制多个红外线遥控开关，为了避免相互干扰，各个开关的跳线设置应该不同，这样才可以用遥控器上不同的按键独立操作。如果你需要某两个电器同时受一个按键操作，让他们同时打开或者同时关闭，你可以将其跳线设置为相同的状态。如果一个房间要求用同一个遥控器独立控制8路以上的电器，则需要选用不同后缀的专用集成电路来增加控制对象。

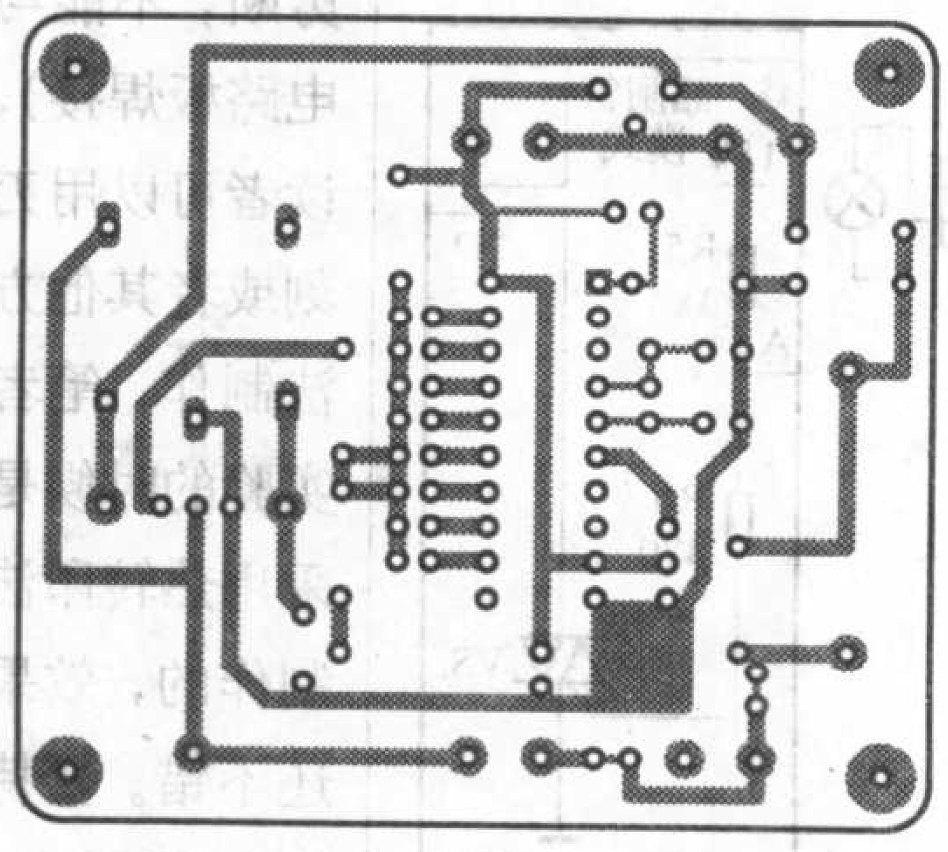


图3

5. 制作参考

图4是用手工制作的单路遥控开关成品的照片，供读者制作时参考。

使用方法

首先根据附表将同一房间的几个遥控开关的跳线进行设置，保证他们之间的跳线状态不同；不同房间之间的遥控开关的跳线，则无需考虑跳线是否重复，因为红外线遥控器通常只能对一个房间进行操作，不会相互影响。然后按照图5连接好220V电源线和用电器（如灯泡），图4中左下角的黑色接收头必须安装到容易接收遥控信号的位置，红外线遥控开关就安装好了。

接着在遥控板内装入电池，就可以控制相应的电器了。如果是A型专用集成电路，则用图2所示遥控板A区的1～8数字键来操作，假设红外线开关板甲的跳线帽接的是集成电路IC3的12脚，红外线开关板乙的跳线帽接的是集成电路IC3的15脚，那么，遥控板上面的按键“1”对开关板甲有效，遥控板上面的按键“4”对开关板乙有效。

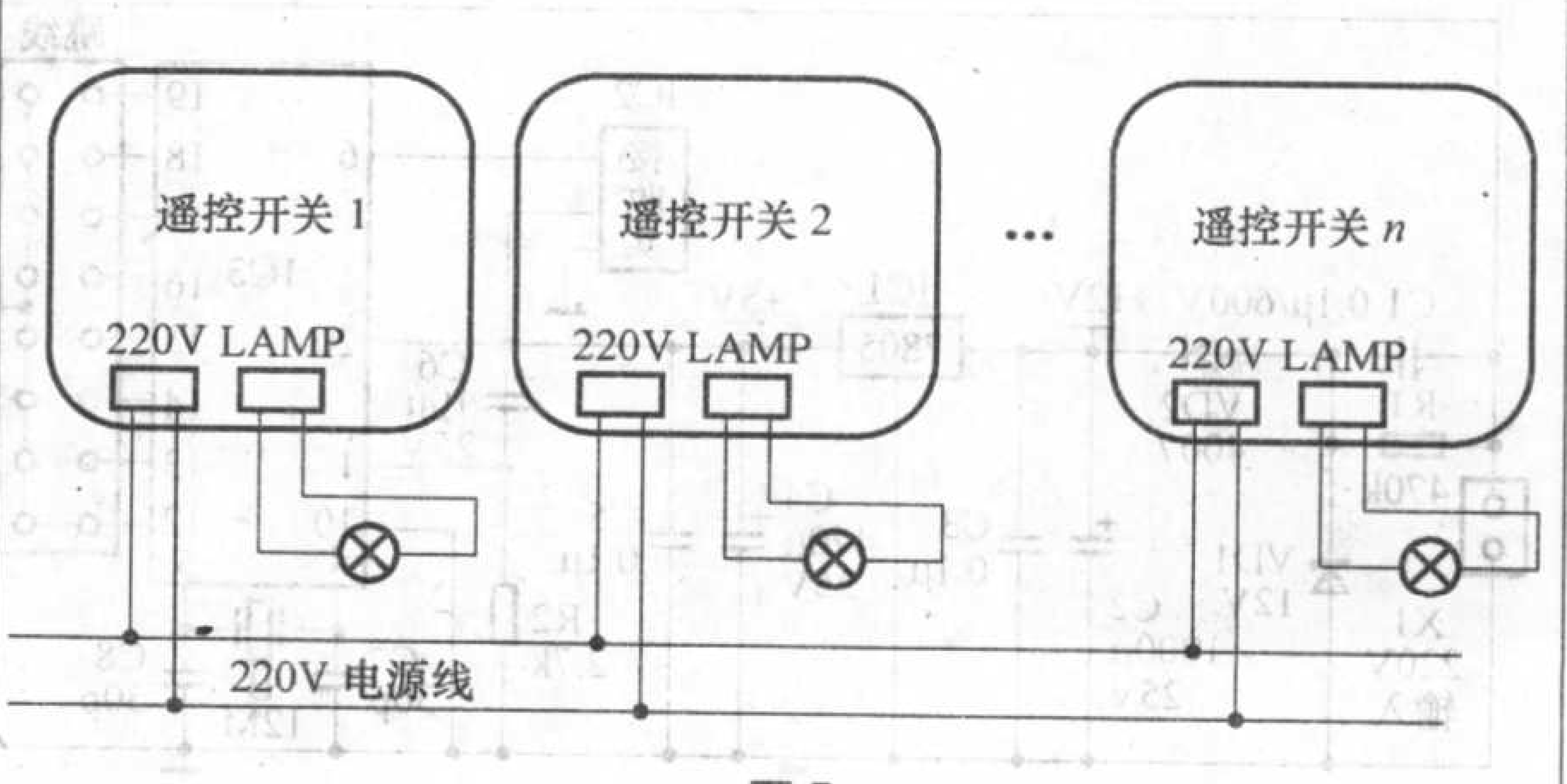


图5

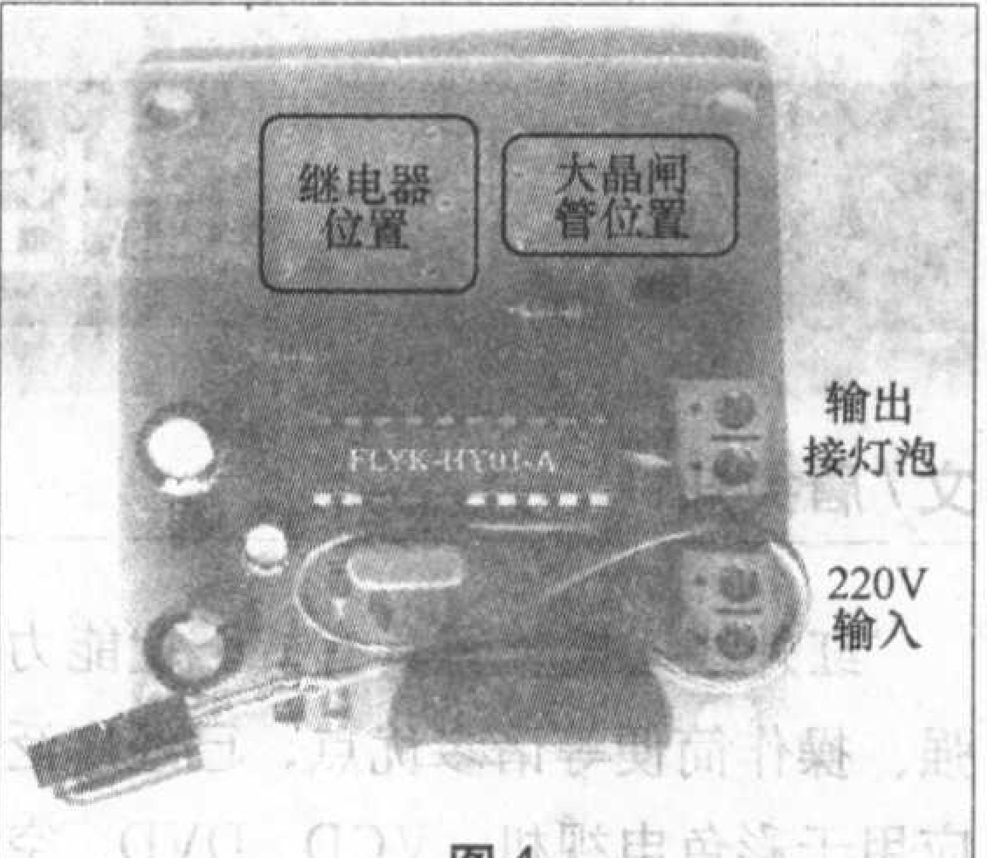


图4

通电的时候，所有的电器都处于关闭状态，按“1”键，开关板甲所连接的电器工作，再按“1”键，开关板甲所连接的电器停止工作，如此循环控制。各个电器的控制相互不会干扰。如果遇到停电后再来电，原来开启着的所有电器都将关闭，达到节能和保护的目的。

遥控板上面右上角的红色电源按钮，我们这里用作总关闭按键，按一下这个按键，所有受遥控板控制的电器都将立即关闭，但它不具备开启功能。

多路红外线遥控开关简介

笔者这里介绍的只是一种单路开关，实际上，红外遥控专用集成电路可以同时输出8路控制信号，我们可以十分方便地制作出双路、四路甚至最多达八路的红外线遥控开关板，对于客厅吊灯之类的电灯相对集中的电器进行控制，将会十分方便。读者可以到 http://www.fldz.com 下载笔者设计的8路开关印制电路板图的相关文件。

MP3转发器

文/门 宏

MP3转发器可以将MP3播放器的音乐或歌曲转发到汽车的音响系统进行播放，使您在驾车出游途中随时可以欣赏到高保真的立体声乐曲，并可以与同车人共享，既拓展了MP3播放器的功能（个人聆听扩展为多人同时聆听），也增添了汽车音响系统的音源（MP3可以随时下载更新自己喜爱的歌曲），值得有车族一试。

一、电路工作原理

MP3转发器实际上是一个使用汽车12V直流电源的调频立体声转发器，它将MP3播放器输出的立体声音频信号用调频方式发射出去，利用汽车上现有的调频收音机接收播放。最大的方便是不需要对汽车原有音响电路进行任何改动。MP3转发器电路如图1所示，电路中采用了调频立体声发射器专用集成电路BA1404（IC1），电路简洁、外围元器件少、音质好、立体声分离度高、调试简单、工作可靠。

BA1404是专为调频立体声发射机设计的单片集成电路，18引脚双列直插式封装，内部电路结构如图2所示，它含有立体声放大器、平衡调制器、38kHz振荡器、射频振荡器、射频放大器等单元电路，接上少量外围元器件即可构成完整的立体声调制和发射电路，发射频率在88～108MHz调频广播范围内，由外接LC回路决定。

左、右声道音频信号分别由18脚、1脚输入IC1（BA1404），由内部的L、R放大器分别放大后，进入平衡调制器，调制后的立体声信号由14脚输出。

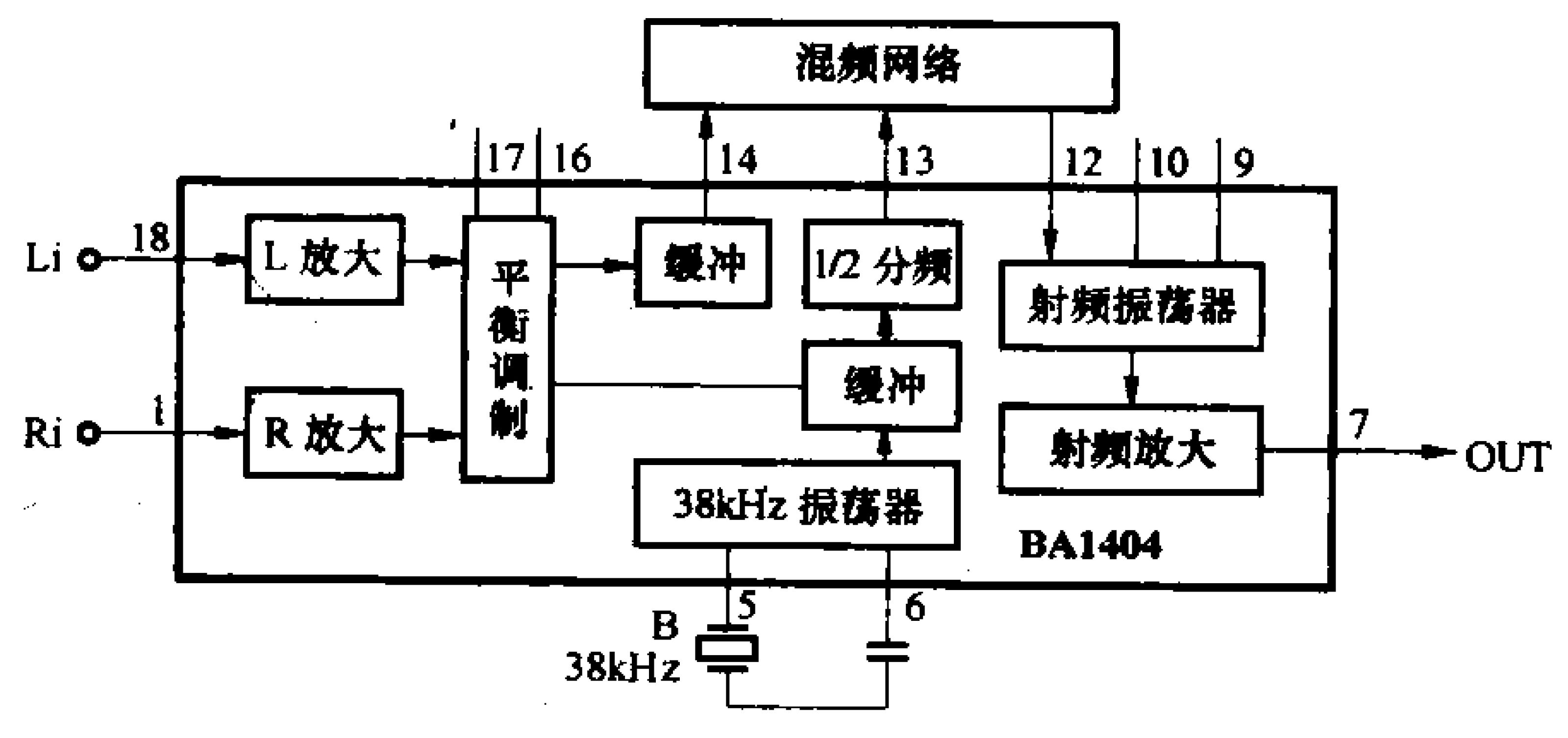


图2

R1、C1（R2、C2）构成时间常数为50μs的输入端预加重网络，以与调频收音机的频率特性相配合。C3、C4是输入耦合电容。RP1为平衡调节电位器。38kHz振荡器需外接38kHz晶体，振荡信号经缓冲和1/2分频后，由13脚输出19kHz的导频信号。R3、C7、R4、C8构成混频网络，将14脚输出的立体声信号与13脚输出的导频信号混频为复合信号，再由12脚进入IC1，去调制射频信号。L1、C10、C11、C12通过10脚和9脚与IC1内电路组成射频振荡器，振荡频率取决于L1、C10，约为92 MHz。被复合信号调制后的射频信号经内部射频放大器放大后，从7脚输出，由C16耦合至天线W发射出去。

集成电路BA1404电源电压允许范围为1.0V～2.5V，汽车12V电源必须经降压后方可作为工作电源。图1电路图中，设计BA1404的工作电压为2V，R5为降压电阻，VD1为稳压管，这里采用发光二极管作稳压管。发光二极管管压降一般为2V，具有一定的稳压特性，同时兼作工作指示灯，一举两得。C17、C18为电源滤波电容。

二、制作、调试与使用

元器件参数如图1所示。除电解电容外，其余电容应采用高频瓷介电容。RP1选用线性微调电位器。VD1为发光二极管，可选用自己喜欢的颜色，由于VD1兼作稳压管，因此所选发光二极管的正向管压降必须在1.5V～2V之间。电感需自制，L1为空心线圈，用直径0.5mm漆包线在直径3.5mm左右的圆棒（例如圆珠笔芯）上绕4圈，

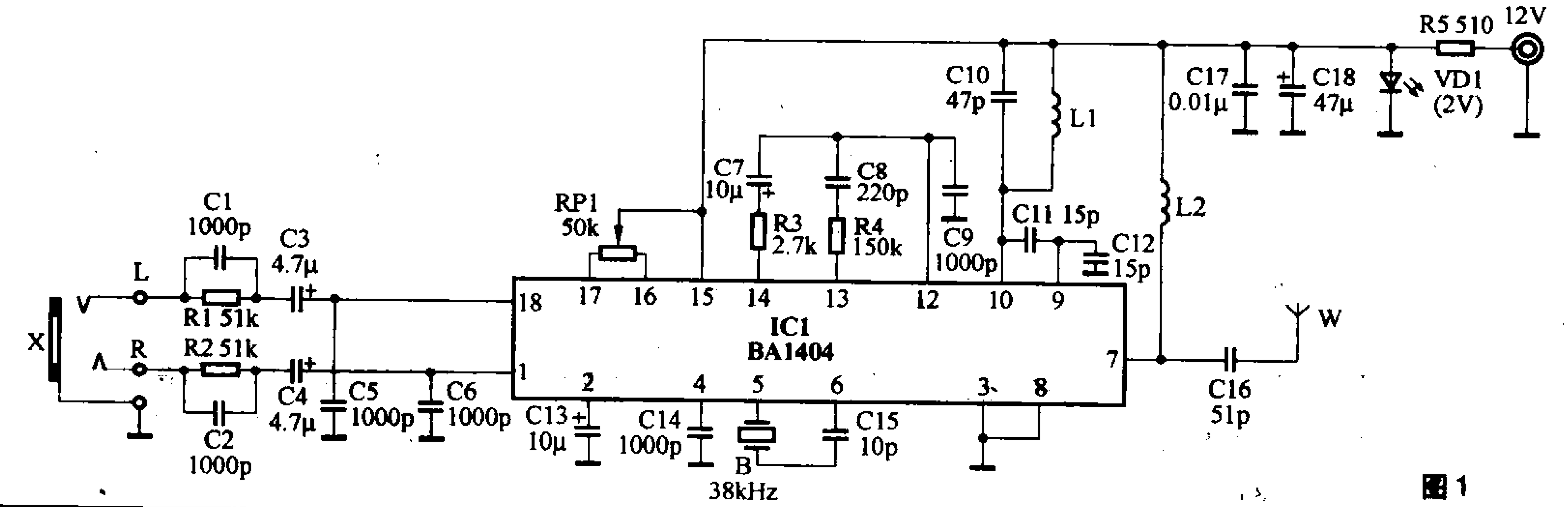


图1

自制充电器

文 / 葛中海

本文介绍的自制充电器用 LM324 的 4 个运算放大器作为比较器，用 TL431 设置电压基准，用 S8550 作为调整管，把输入电压降压，对电池进行充电，其原理电路见图 1，实物图见图 2。其特点是电路简单、工作可靠、无需调整、元器件容易购买等，下面分几个部分进行介绍。

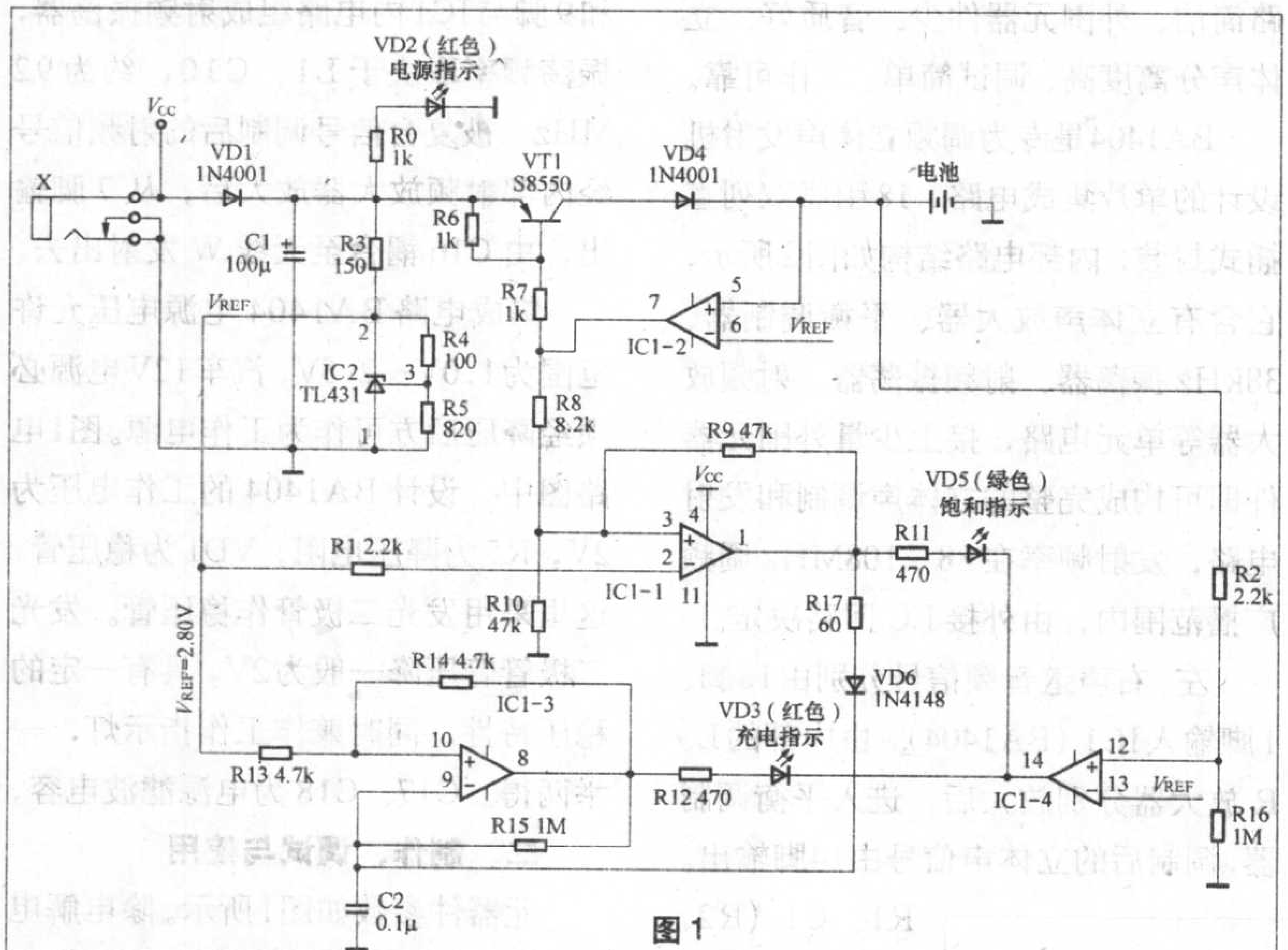


图 1

1. 基准电压 V_{REF} 形成

外接电源经插座 X、二极管 VD1 后由电容 C1 滤波。VD1 起保护作用，防止外接电源极性反接时损坏 TL431。R3、R4、R5 和 TL431 组成基准电压 V_{REF}，根据图中参数 V_{REF}=2.5×(100+820)/820=2.80(V)，这个数据主要是针对镍氢充电电池而设计（单节镍氢充电电池充满后电压约为 1.40V）。

2. 大电流充电

（1）工作原理

接入电源，电源指示灯 L E D

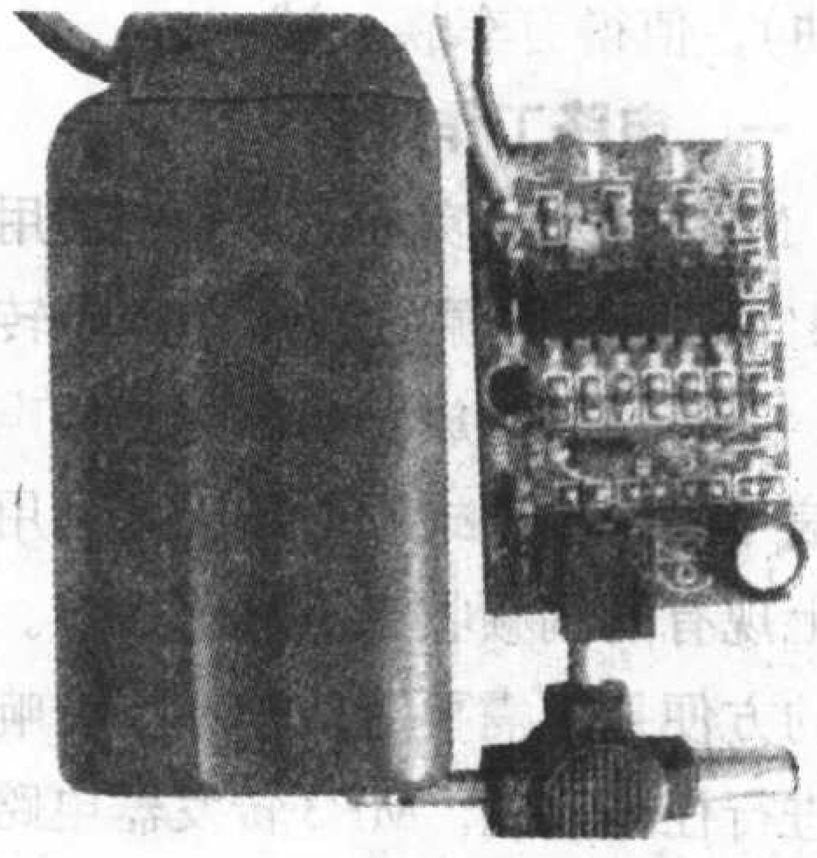


图 2

从圆棒上取下线圈后拉长至 6mm 即可。L2 利用 100kΩ 电阻做骨架，用直径 0.1mm 漆包线在其上绕 80 圈，线圈两线头与该电阻两引脚焊接在一起即可。音频信号输入端采用 3.5mm 立体声插座。天线 W 用一根 20cm 长的电线代用。12V 电源输入端连接一个汽车点烟器插头。整机安装在一个小塑料盒内。

调试包括两项内容：①调整发射频率。接通 MP3 转发器电源，输入端接入音频信号，然后用一调频收音机接收转发器发出的调频信号，应在 92 MHz 附近收到信号。如果收不到信号，可用绝缘物轻拨 L1 改变其匝距，增大匝距可提高发射频率，减小匝距可降低发射频率，直至调频收音机接收到转发器的信号为止。调整过程中应注意避开当地调频广播电台的频率。②调整声道平衡。调节 RP1，使左、右声道信号平衡一致即可。

为便于 MP3 播放器与转发器的连接，应自制一根音频连接线。方法是用双芯屏蔽线将两个直径 3.5mm 的立体声插头连接起来，如图 3 所示，屏蔽线的两条芯线分别将两插头的 R 端与 R 端、L 端与 L 端相连，屏蔽层将两插头的公共端相连，不可弄错。

使用时的连接方法如图 4 所示。自制连接线的一端插入 MP3 播放器的耳机插孔，另一端插入本转发器的音频

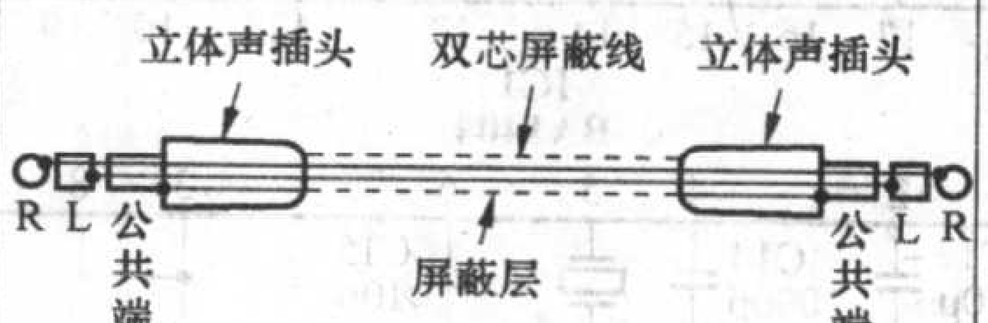


图 3

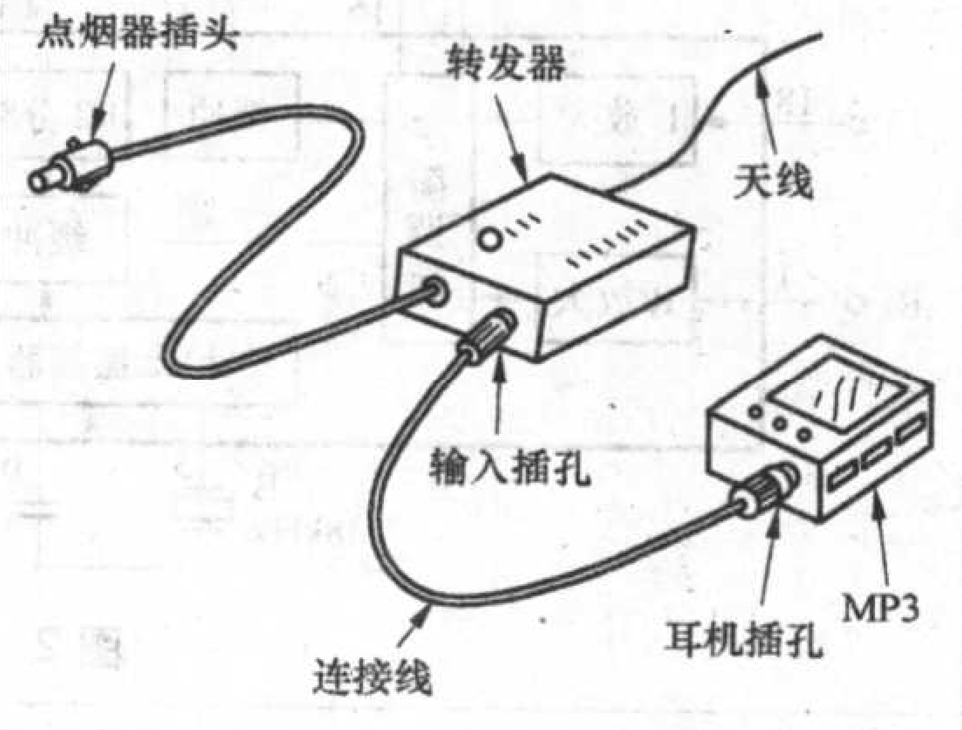


图 4

输入插座 X。转发器的电源插头插入汽车点烟器，电源指示灯 VD1 应亮。开启 MP3 播放器，用汽车调频收音机应能搜索接收到 MP3 播放的立体声信号。如因车身屏蔽导致收不到时，可将转发器天线移近车窗玻璃，或为车上的调频收音机安装一车内天线。

(VD2）点亮。装入电池（参考图片，实际上是用导线引出到电池盒，电池装在电池盒中），当电池电压低于V_{REF}时，IC1－2输出低电平，VT1导通，输出大电流给电池充电。此时，VT1处于放大状态——这是因为电池电压和VD4压降的和约为3.2V（假设开始充电时电池电压约为2.5V），而经VD1后的电压大约5.0V，所以，VT1的发射极－集电极压差远大于0.2V，当充电电流为300mA时，VT1发热比较严重，所以最好用P_T=625mW的S8550，或者适当增大基极电阻以减小充电电流（注：由于LM324低电平驱动能力较小，实测IC1－2，IC1－4输出低电平并不是0V，而是约为0.8V）。

(2）充电的指示

首先看IC1－3的工作情况：其同相端10脚通过R13接V_{REF}，R14接成正反馈，反相端9脚外接电容，并有一负反馈通路，所以，它实际上构成了滞回比较器。刚开始时C2上端没有电压，则IC1－3输出高电平。这个高电平有两个放电通路，一个通路是通过R14反馈到10脚，另一通路是经电阻R15对电容C2充电，当充电的电压高于10脚电压$V+$时，比较器翻转输出低电平；与此同时，由于R14的反馈作用，10脚电压立即下跳到$V-$，这时，电容C2通过电阻R15放电，当放电的电压小于10脚电压$V-$时，比较器再次翻转输出高电平，由于R14的反馈作用，10脚电压立即上跳到$V+$，此后电路一直重复上述过程，因此，IC1－3的输出为频率固定的方波信号。

其次看IC1－4的工作情况：电池电压经R2、R16分压，接IC1－4的12脚，因为R2<<R16，所以输入IC1－4的12脚电压基本上略低于电池电压，显然它更低于其13脚电压V_{REF}，因此，IC1－4输出稳定的低电平。结合上面的讨论，我们可以看出，加在R12和VD3通路一端为频率固定的方波电压，另一端为稳定的低电平，因此，发光二极管VD3会周期性点亮，给人一闪一闪的感觉。

最后看IC1－1的工作情况：当IC1－2输出低电平时，显然IC1－1的3脚为低电平，而其2脚通过R1接V_{REF}，所以，IC1－1也输出低电平。结合上面的讨论，我们可以看出，R11和VD5两端电压差为零，因此，VD5（饱和指示）不能点亮！

另外，由于IC1－1输出低电平，无论IC1－3的9脚电压如何变化（电容充、放电在该脚形成三角波电压）都不会受IC1－1输出的影响——因为IC1－3的9脚电压（要么高到$V+$，要么低到$V-$）始终高于IC1－1的输出，VD6反偏截止！所以，这种状态下，三只指示灯的工作情况分别为：VD2点亮，指示电源正常；VD3闪烁，指示电池充电正常；VD5不亮。

3．小电流充电

当充电一段时间后，电池电压慢慢上升到接近V_{REF}时，IC1－2输出电压慢慢上升，于是，流过R7的电流慢慢减小，即流经VT1基极的电流慢慢减小，因此VT1输出的电流也会慢慢减小，但电池电压还会持续不断地缓慢上升，当电池电压几乎等于V_{REF}时，IC1－2会输出较高电压，这时IC1－1的3脚电压高于2.80V（反相端2脚的输入端电压），比较器翻转输出高电平。该电压有两个作用：一方面会使VD5正偏导通被点亮（此时，IC1－4输出还是低电平），指示充电饱和；另一方面VD6也正偏导通，而R17很小，实际上是强制C2上端为高电平，所以IC1－3的9脚电压高于10脚电压，IC1－3被强迫输出低电平，VD3因无正偏压而熄灭。

虽然，从外在的表现看充电灯熄灭，饱和灯点亮在某一时刻瞬间转换完成，但是实际上充电过程却是逐渐过渡的：当电池电压远低于V_{REF}时持续大电流充电，当电池电压接近于V_{REF}时充电电流慢慢减小，直至逐渐充电趋近零——即使饱和灯点亮时，小电流充电仍在继续！

所以这种状态下，三只指示灯的工作情况分别为：VD2点亮，指示电源正常；VD3不亮；VD5点亮（饱和指示，小电流充电）。

4．IC1-4的用途

从上面2、3内容的分析中可以看出，无论电路是大电流或小电流充电，IC1－4的输出一直是“低电平”，好像它没有什么作用似的，还不如直接把VD3、VD5负极接“地”？刚开始设计时，确实没有考虑用IC1－4，把VD3、VD5的负极直接接地。然而，当制作好后通电工作时发现一个问题：当不装电池通电时，饱和指示灯VD5点亮——这显然不合适！因为，没装电池时VT1处于微导通状态，IC1－2的5脚电压高于V_{REF}，IC1－2输出高电平，于是IC1－1也输出高电平，VD5点亮。

若在原理图中接入IC1－4，没装电池时VT1处于微导通状态，IC1－4的12脚电压也会高于V_{REF}，因此，IC1－4输出高电平，这样VD5就不能点亮。

需要说明一点，外接输入电压不能太高，也不能太低。输入电压太高，大电流充电时调整管发热严重；另一方面，IC1－2输出高电平的时间会因为电源电压较高而提前超过V_{REF}（设定值），这样就会给我们一个错觉，电池很快就充满了！实际上并非如此。

输入电压太低也不好，同上面的分析一样，IC1－2输出高电平的时间会因为电源电压较低而迟后，更有甚者，也可能永远达不到V_{REF}，充电指示灯一直闪烁，但大电流充电过程早已结束。所以，外接电压太高或太低，充电和饱和指示的状态是不准确的。

自制多功能 硬盘式MP4影音播放器

文/陶 言

前言：当今的MP4播放器市场，为什么不能如当年便携式CD和MP3一样热销，其原因在于普通的闪存式MP4播放器，大多只支持一两种视频格式，清晰度低，并且受闪存卡容量限制，存储容量有限，音画质量均达不到影音爱好者的要求；而另一方面，硬盘式带屏幕的MP4播放器，受微硬盘成本限制，售价又居高不下（目前市场上主流的硬盘式MP4播放器，价格大多在3000元左右），因此带屏幕的硬盘式MP4播放器，要进入普通消费者手中还需时日。

由瑞金电子推出的便携式多功能硬盘影音播放器套件，可以很方便的将普通的台式机硬盘或笔记本硬盘组装成为集大容量歌曲（电影）库、影音播放、移动数据存储、电子数码相册、数码伴侣等多种功能为一体的便携式影音播放器。

制作好的播放器，可以脱离电脑，与普通的电视机、投影机、家庭影院或车载影音设备等连接，直接播放流媒体电影、DVD、VCD、MP3、WMA、JPG等多种格式的影音和图像文件。采用该套件制作的硬盘播放器具有成本非常低廉（仅相当于市面上便携式硬盘播放器售价的几十分之一），功能强大，携带方便，兼容性好、容量大等诸多特点，可局部或完全取代普通的移动硬盘、家用或车用VCD、DVD以及便携式MP3、MP4等产品的功能，其应用场所非常广泛。下面以支持使用笔记本硬盘的HD25、HD25A型硬盘播放器套件为例，简介套件的组成、装配、功能以及应用。

一、播放器套件的组成及装配

套件由精美包装、外壳、解码板、遥控器、音视频线、USB线、交流适配器、同轴输出线、使用说明书等组成，见图1、图2。

图1 精美的外包装

图2 硬盘播放器外型及附件

该套件中所配遥控器为超小型名片式，采用全中文界面，不仅可随身携带，操作使用也非常简单，即使从未使用过该播放器的用户，也可像使用普通的DVD或VCD机一样的操作。附件中的交流适配器为小型高效开关电源，输入220V交流电压，输出为5.6V、2A直流电压。另外还配有外接电视、音响的音频线、USB线、外接带5.1声道解码功放的同轴输出线。此外，考虑到很多用户都需要在车上使用该播放器，瑞金电子为这部分客户准备了专用车载电源（属选配件），内部由小型开关电源组成，其外型见图3。

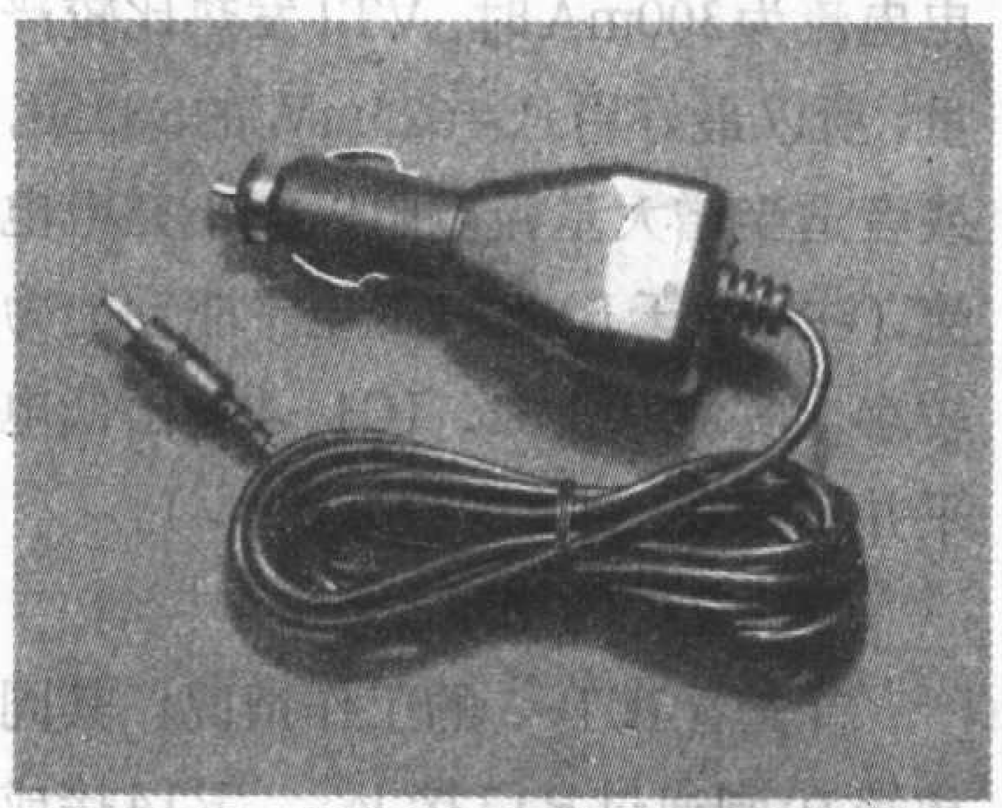


图3 12V/24V车载电源供应器

瑞金HD25A型硬盘播放器还具有数码伴侣功能，可在野外使用，而野外大多无市电供应，故瑞金电子又专为该款产品配备了野外使用的电池盒和皮套，见图4。

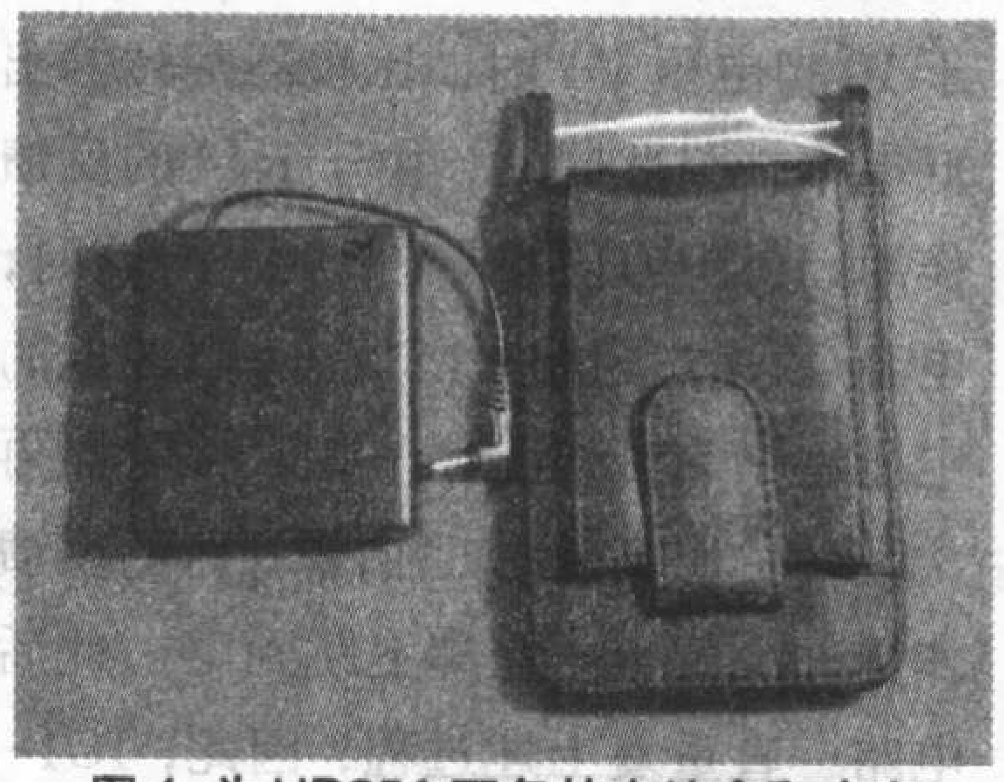


图4 为HD25A配备的电池盒和皮套

套件中的外壳由整块合金材料铸造而成，外观不仅精美，且坚固耐用。表面喷防静电漆，由于太过光滑，外壳在制作时被做成凹凸状，除可使手握持时感觉更好外，也有一定的减震作用，在不小心跌落时可对播放器中的硬盘有一定的保护作用。套件中的解码板采用高精密多层电路板制作，

全贴片电路，制作相当精良。该解码板采用目前性能非常成熟的美国ESS公司的ESS6168做主解码芯片兼中央处理器（见图5)，可靠性及稳定性能均能得到保证。与该解码芯片配套的RAM存储器，采用电可擦写的ES29LV164，在以后需要的时候可方便的进行智能升级，SDRM暂存芯片采用大容量的SD3664164，可以确保播放器在处理硬盘数据时游刃有余（见图5)。USB接口处理芯片采用目前性能非常稳定的新一代USB2.0芯片GL1811E ，在下载数据时速度可达到最高480Mb/s；该机音频部分采用了取样频率高达96kHz的AV2636作D/A转换，加上优质外围器件，其音频质量完全可满足影音爱好者甚至是挑剔的发烧友的要求。

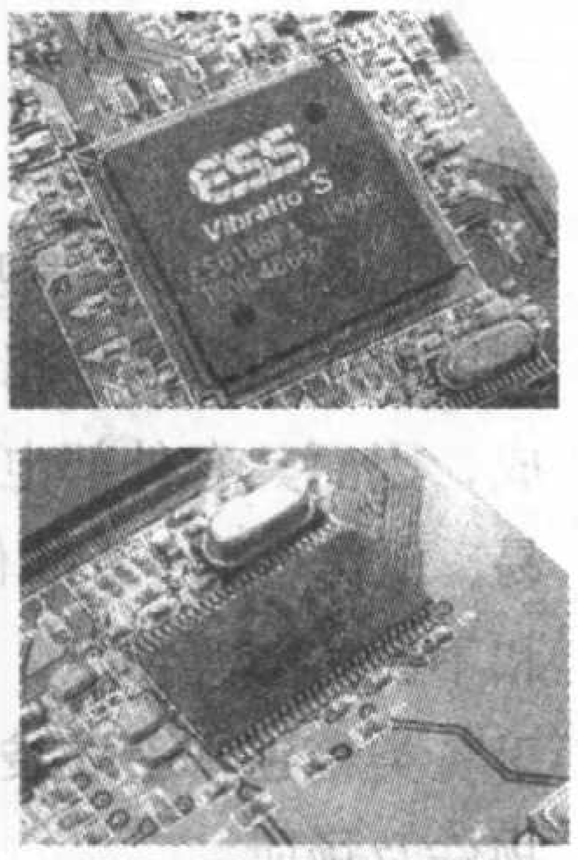


图5 采用的美国的ESS解码芯片和高容量内存

播放器硬件部分的组装比较简单，只需将播放器有按键一边的外壳两侧的螺丝拧下，然后将里面的解码板取出，再拧下固定按键板的螺丝，取下按键板，之后即可将笔记本硬盘与解码板上的标准IDE接口对接插好，见图6。然后装好按键板，固定好硬盘。

图6 装好硬盘的解码板

再将硬盘和解码板整体装入播放器外壳中，拧上两侧的螺丝，整个装配工作即告完工。

二、播放器的主要功能、参数及应用

用该套件制作的硬盘播放机，安装和使用均非常简单，即插即用。不仅可用遥控器控制，播放器上也有操作按钮，同时，其接口也非常丰富，见图7。

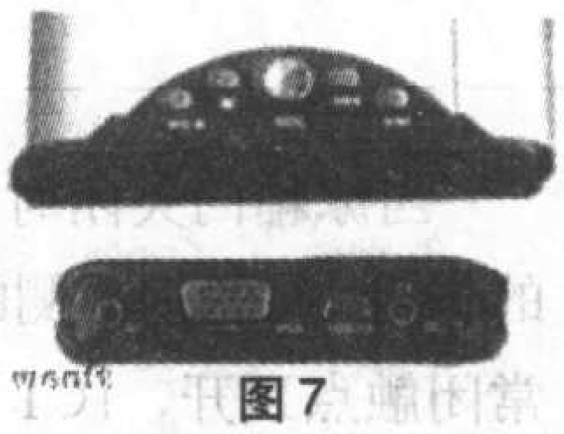


图7

1.主要功能简介

（1）影音播放

制作好的播放器，具有视频、VGA、双声道立体声音频、数码同轴等输出端子，可脱离电脑，方便的外接彩色电视机、投影机、音响等设备，播放多种格式的影音文件。

（2）海量影音节目存储

由于该播放器套件采用的是普通或笔记本硬盘作为存储媒介，因硬盘成本较低，故可选配容量相对较大的硬盘，如选用40G硬盘，可存放2万首MP3歌曲或70部MP4的故事片。

（3）USB移动硬盘功能

USB2.0接口，向下兼容USB1.1，即插即用，传输速率高达480Mb/s。

（4）照片浏览功能

可以通过电视机、投影仪、电脑显示器直接浏览照片。

（5）数码伴侣功能（仅HD25A支持）

最新的OTG技术，可通过该播放器上的USB接口与数码相机、U盘、MP3等设备相对接，然后按下播放器上的OTG键，外接设备上的歌曲、电影等各种数据便会被直接拷贝到播放器中进行保存，非常适合作数码伴侣使用。

附表

型号	HD25
硬盘类型	2.5英寸
接口	USB2.0
重量	245g
外形尺寸	132mm × 80mm × 19mm
电视制式	PAL/NTSC/AUTO
碟片格式	MPEG4/AVI/DVD/VCD/SVCD/CD/MP3/JPEG等
图像分辨率	≥500线
视频信噪比	≥56dB
频率响应	20Hz～20kHz ±1dB
动态范围	≥90 dB
视频输出	1Vp-p (75Ω)
音频输出	2.0+0.0V-1.3V
遥控器系统	红外脉冲，DC3V，钮扣电池
系统要求	WINDOWS ME/98/2000 / XP
电源电压	DC 5V
消耗功率	≤ 800MA
随机配件	AV电缆/USB线/交流电源/遥控器/中文使用手册

2.规格参数（见附表）

3.主要应用

该播放器不仅可被作为家庭或车载影音库和播放器，也可作为自动广告播放器、电子数码相册播放器、演出单位的播放器和点歌机以及随身带的大容量便携式硬盘MP3、MP4影音播放器等使用，当然，他同时也是一台性能非常出色的移动硬盘。

除了文中介绍的HD25、HD25A硬盘播放器外，瑞金电子还针对市场上大量的廉价台式机硬盘，推出了采用台式机硬盘的影音播放器HD350，该播放器可支持普通电脑采用的IDE接口的3.5寸硬盘，其功能与HD25播放器基本相同，其外型见图8。配套附件有交流适配器、遥控器、音视频线、USB线。本文介绍的产品供应信息见本期71页广告。

图8 HD35支持使用台式硬盘的播放器

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

新颖实用电冰箱门开提醒器电路

文 / 王南阳

电冰箱常用的节电方法有以下多种：1.不要将冰箱安放在太阳光直射的地方；2.不要靠近煤气灶等热源；3.冰箱散热面与周围应留出至少5cm以上空隙；4.热的食物须自然冷却后再存放；5.尽量减少开门次数，缩短每次开门时间；6.不要长时间工作于“强冷”或“急冷”。上述节电方法，其实是源于对正确使用电冰箱基本常识的了解，而忘记及时关闭或关紧箱门，则属于使用者的疏忽大意。

本篇推荐的冰箱门开定时提醒器电路，与以往电子报刊介绍的同类产品相比，其独特之处可用以下一组关键词来概括：语音型、智能化、成本低、易制作。

一、原理简介

图1所示是门开提醒器电路原理图之一。其电路的核心是一片HY3844型专用语音集成电路IC1，它外部只需要接4只常规元器件：常闭型微动开关S1，210kΩ、1/8W碳膜电阻ROSC，三极管8050，8Ω/1W扬声器及两节5号电池。IC1内部存储了3首8声道旋律优美的音乐：《聪明的一休》、《贝多芬·钢琴协奏曲片段》、《大海啊，故乡》（每首乐曲的长度约为30~40s），“请关好冰箱门”，“嘀、嘀、嘀、请关好冰箱门”等6段音乐/语音信息。

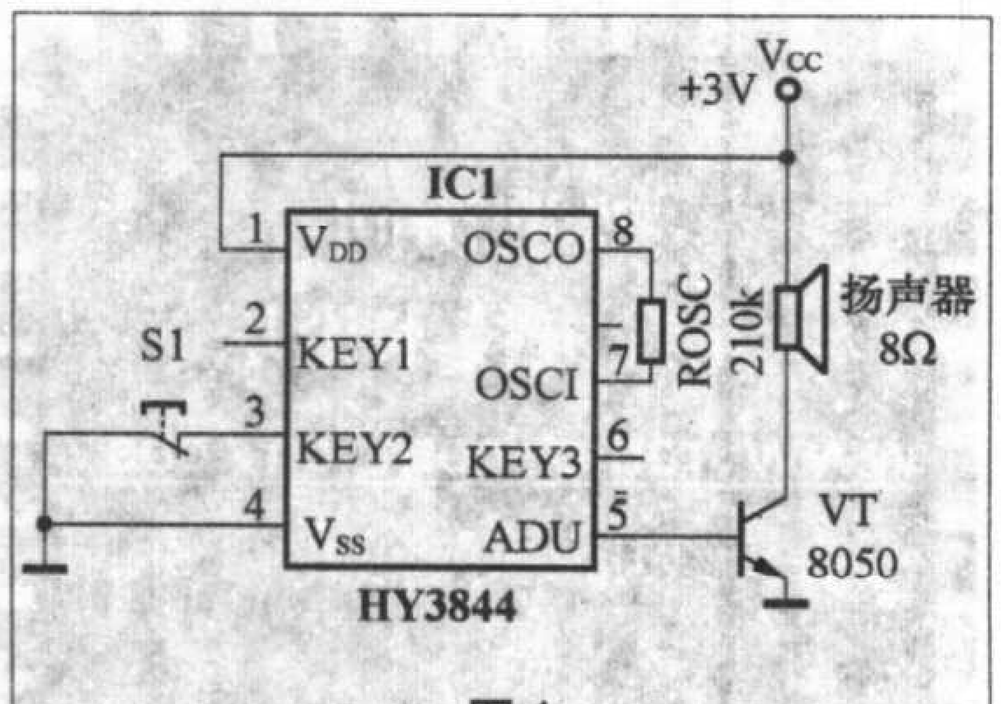


图1

当冰箱门关闭时，由于机械压力的作用，将箱门内侧的微动开关S1的常闭触点顶开，IC1的电源回路被断开而不工作。当开启冰箱门时，S1自动释放，常闭触点接通电源。IC1为上电触发模式，即上电后，首先随机播放IC1内存储的3首音乐中的1首。播放完毕，假如此时冰箱门未关好，便接连3遍发出“请关好冰箱门”提示语音，如果冰箱门仍未关好，扬声器则连续不断地发出响亮的“嘀、嘀、嘀、请关好冰箱门”告示语，直到冰箱门关好为止。

图2是门开提醒器电路原理图之二。将图2与图1略加比较，区别在于触发功能不同，图2采用光敏电阻CDS

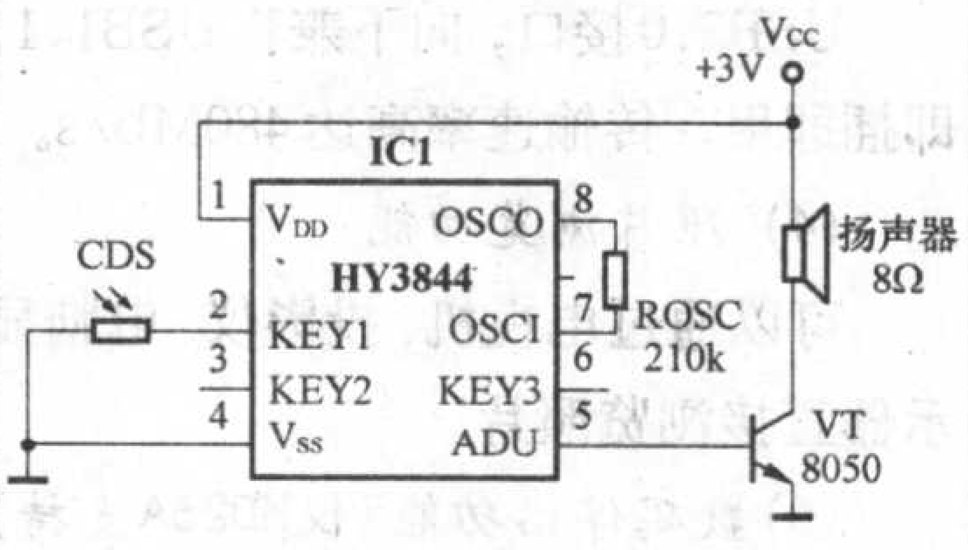


图2

控制IC1工作。当冰箱门关闭时，箱内的小照明灯熄灭，此时CDS呈高阻态，IC1不工作。当冰箱门被打开时，箱内的小照明灯点亮，灯光或外界自然光线照射CDS，令其电阻值迅速下降呈低阻态，IC1被触发工作，由ADU端输出音频信号，直推扬声器发声。

电阻器ROSC决定音调高低及发声节奏快慢，其电阻值越小，速度越快，音调亦越高。IC1的5脚输出的语音信号经外部三极管VT8050放大后，直接推动扬声器工作，音响效果非常理想。

上述电路的控制功能及工作时序，均由IC1内部的逻辑电路自动控制完成，因而具有外部电路简单、制作容易、工作可靠、音质优良、性价比高、和不易仿造等特点。HY3844还可用于各类箱包、手提袋、抽屉、门窗等物件及场所。

二、引脚功能

IC1通常采用双列直插塑封和COB软封装两种形式。图3所示是DIP塑封IC引脚排列，表1所列为引脚功能简表。

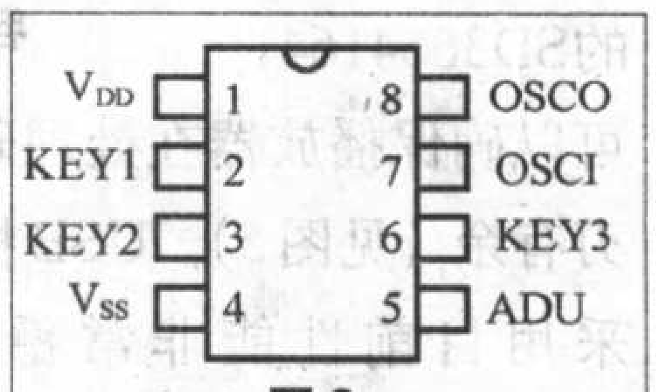


图3

表1

引脚号	引脚名	功能描述
1	V_{DD}	电源正端（+）
2	KEY1	光敏控制输入端，外接光敏电阻CDS
3	KEY2	按键控制输入端，外接常闭按键S1
4	V_{SS}	电源负端（-）
5	ADU	音频信号输出端，外接三极管放大
6	KEY3	按键控制输入端
7	OSCI	RC振荡器输入端，外部连接振荡电阻
8	OSCO	RC振荡器输出端，外部连接振荡电阻

三、电气参数

表2所列为极限电气参数值，使用时不得超出极限参数，否则将会导致IC1的永久性损坏。直流参数值见表3所列。

表2

参数	符号	标准值	单位
电压范围	$V_{SS}\sim V_{DD}$	-0.3~+4.5	V
输入电压范围	V_{IN}	(V_{SS}-0.3) ~ (V_{DD}+0.3)	V
工作温度范围	T_{OPR}	0~+70	℃
储存温度范围	T_{STO}	-50~+125	℃

表3

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	V_{DD}	2.0	3	4.5	V
工作电流	I_{DD}	—	50	260	mA
静态电流	I_{SB}	—	1	2	mA
最大音频输出电流	I_{OU}	2	4	—	mA
低输入电压	V_{IL}	0	—	0.2V_{DD}	V
高输入电压	V_{IH}	0.8VDD	—	V_{DD}	V
CDS端上拉电阻	R_{PH2}	600	1000	1500	kΩ
系统振荡频率	F_{OSC}	32	48	66	MHz

PT2262万能遥控器的原理与制作

文 / 唐奂知

很多朋友的楼道路灯、客厅顶灯、电风扇、电热饮水机等电器都安装了以PT2262或其他类似集成电路为核心的遥控系统，众多的遥控系统必然导致遥控器的数量增加，使用和携带都不方便，能不能把这些遥控器都集合到一起呢？这里，笔者为大家介绍以PT2262编码规则设计的万能遥控器，分析其工作原理，介绍其详细制作方法。该万能遥控器对于SC2262、HS2262等与PT2262兼容的遥控器同样适用。

一、工作原理

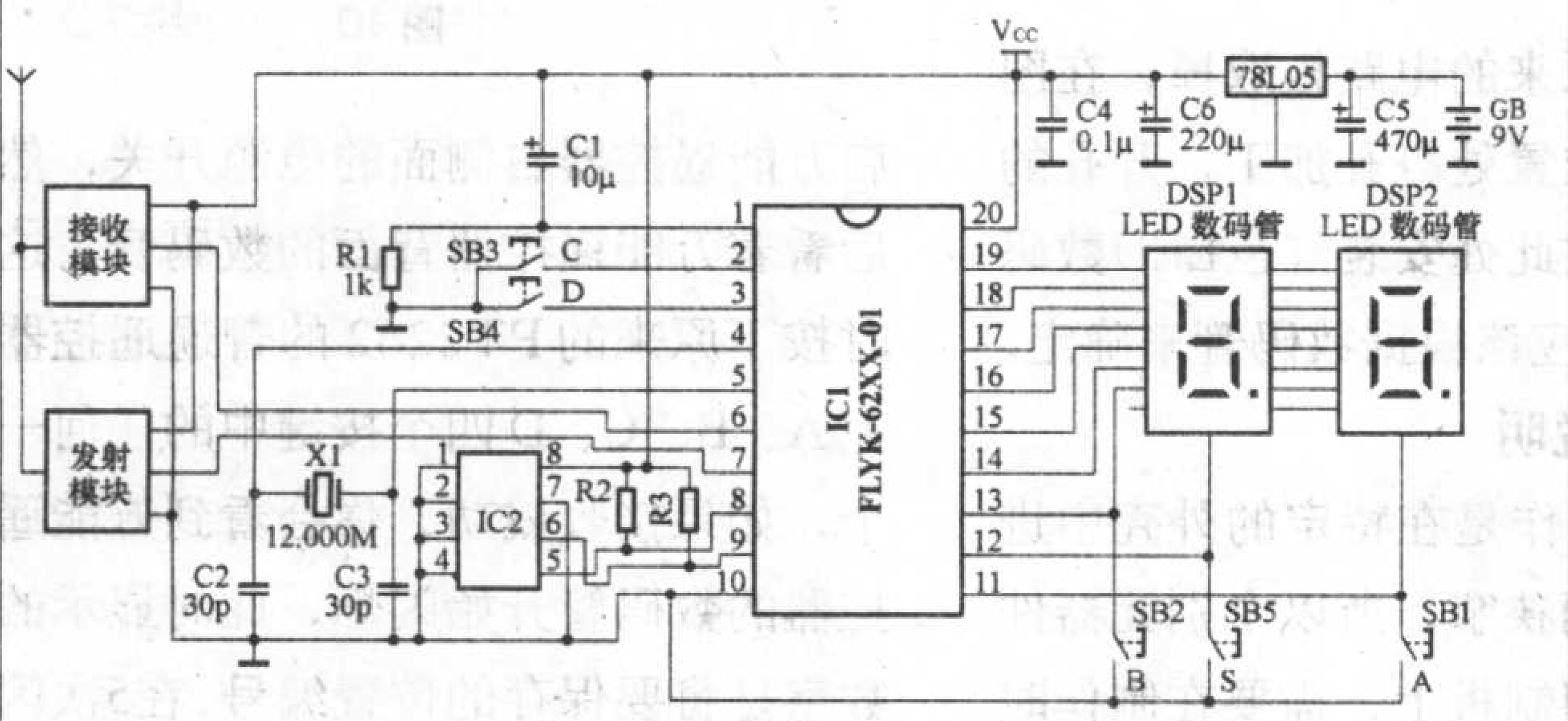


图1

图1是这种万能遥控器的电路原理图，由图可见，它是以专用集成电路IC1（FLYK-62XX-01）为核心，配合了PT2262专用接收模块和发射模块实现遥控信号的接收和发射。

接收模块接收到PT2262发射的遥控信号之后，送入IC1（FLYK-62xx-01）的6脚，在IC1（FLYK-62xx-01）内部进行复杂的分析计算，判断该信号是否属于PT2262的编码格式：如果不是PT2262的编码格式，则放弃对该信号的处理；如果是PT2262的编码格式，继续对其地址码进行判断，检查是否存在接收错误，直到分析出完整的地址码。

当接收到正确的地址码后，DSP1、DSP2组成的数码显示器开始闪烁，提示接收遥控信号成功。闪烁会一直持续5次，闪烁5次后显示器熄灭，放弃当前接收到的信号，等待接收分析新的数据。如果在闪烁期间按下功能键SB5，该数据将被保存到IC2（AT24C02）中，供以后调用。

这个万能遥控器一共最多可以保存80个不同遥控器的数据，当保存的数据超过80条之后，新的数据会返回到“00”开始保存，原来的“00”号数据自动删除。

接收到遥控数据后，可以通过SB5配合SB3、SB4随时调用已经保存的数据，选择好数据编号后，按SB1～SB4四个按键中的任何一个就可以发射遥控信号。IC1（FLYK-62xx-01）检测到发射请求后，根据已经存储的地址码和相应按键进行重新编码，生成符合PT2262的编码数据，从IC1（FLYK-62xx-01）的7脚输出脉冲，通过发射模块发射遥控信号。

X1、C2、C3组成了遥控器的时钟振荡电路，为遥控器提供高精度的时钟信号。BAT、78L05、C4～C6为IC1（FLYK-62xx-01）提供5V的稳定直流电源。

表1　元器件清单

序号	代号	规格	数量	说明
1	SB1	小型轻触按钮A	1	
2	SB2	小型轻触按钮B	1	
3	SB3	小型轻触按钮C	1	
4	SB4	小型轻触按钮D	1	
5	SB5	小型轻触按钮S	1	
6	GB	9V叠层电池	1	
7	C1	10μF	1	
8	C2、C3	30p	2	
9	C4	0.1μ	1	
10	C5	470μ	1	
11	C6	220μ	1	
12	DSP1、DSP2	LED数码管	2	0.5英寸共阴红色数码管
13	IC1	FLYK-62xx-01	1	专用集成电路
14	IC2	AT24C02	1	
15	R1	1k	1	
16	R3 R2	5.1k	2	电路图中未标注
17	R4	560Ω×9排阻	1	见文中叙述
18	X1	12.000MHz	1	晶体
19	接收模块	315MHz	1	见文中叙述
20	发射模块	315MHz	1	见文中叙述
21	电路板		2	见文中叙述
22	78L05	稳压器	1	

二、制作方法

1. 电路板制作

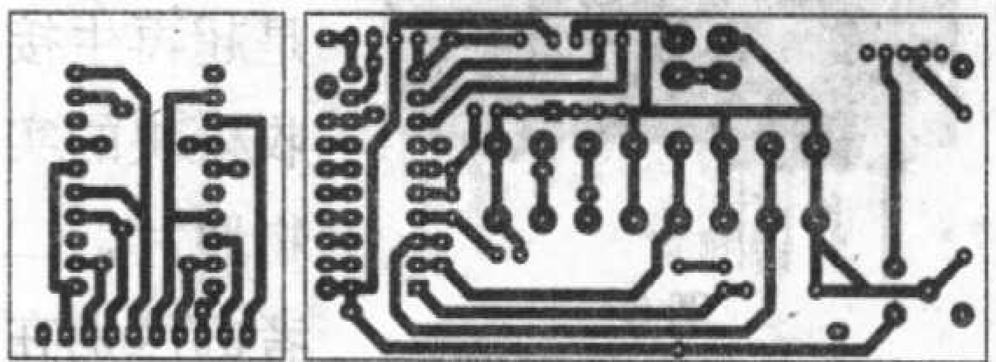


图2

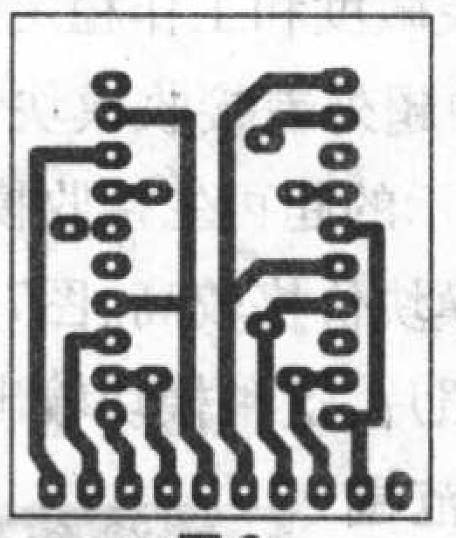


图3

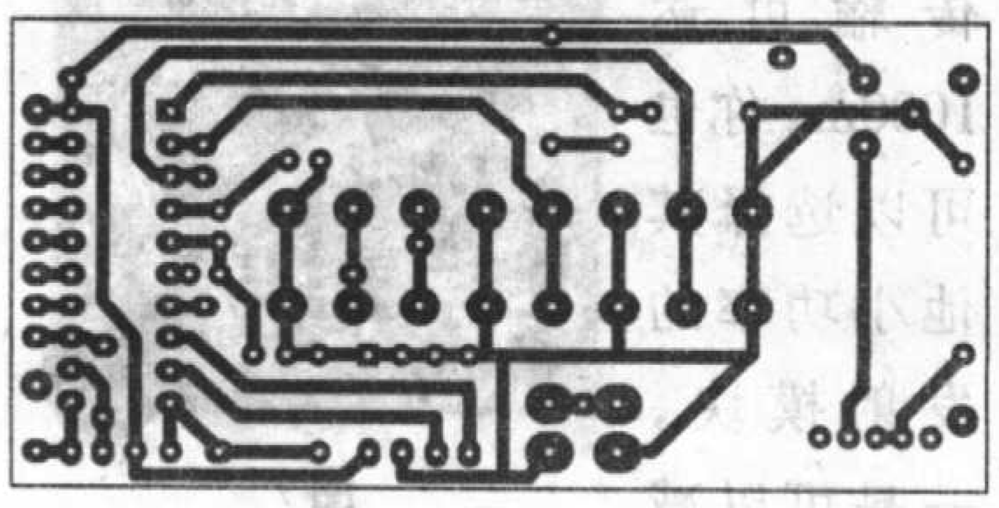


图4

图2是本万能遥控器的印制电路板图，包含显示板和主板，图3是采用热转印法制作的显示板的印制板照片、图4是采用热转印法制作主板的印制板照片（关于热转印法制作电路板的详细方法，请阅读本刊过去的文章）。您还可以到 http://www.fldz.com/wnykq.asp 下载高清晰度的印制电路图文件。

2．元器件准备

为了方便大家制作，这里将本万能遥控器的元器件清单列于表1，遥控器的电路十分简单，因此，元器件数量也很少。

为了保证制作效果，降低制作难度，发射和接收模块我们采用成品模块，其中接收模块有超外差式和超再生式两种，图5是超外差接收模块的实物照片，图6是超再生接收模块的实物照片，二者的区别在于接收灵敏度和工作稳定性不同。图5所示的超外差接收模块性能明显优于图6所示的超再生接收模块，但超外差接收模块价格较高。图7是发射模块的实物照片，这种模块输出功率较大，在视距范围传输可达1000m，你也可以选择其他小功率的发射模块，一是可以减小对其他电器设备的无线电干扰，二是可以缩小体积、降低成本、延长电池的使用寿命。

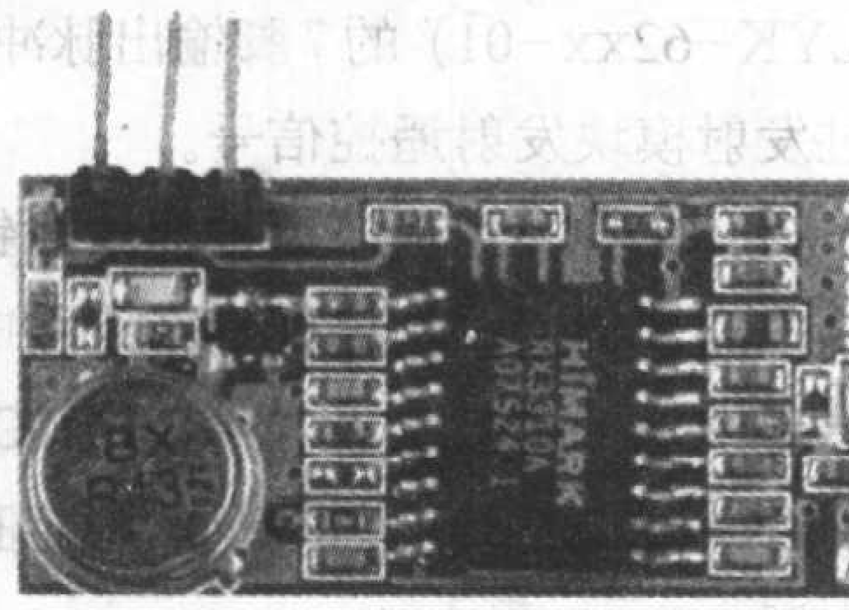


图5

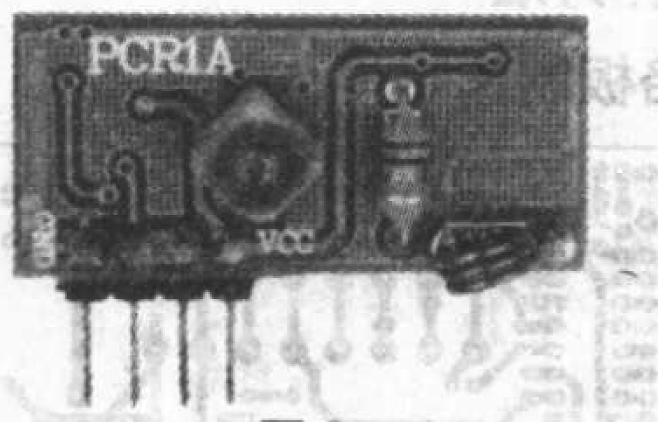


图6

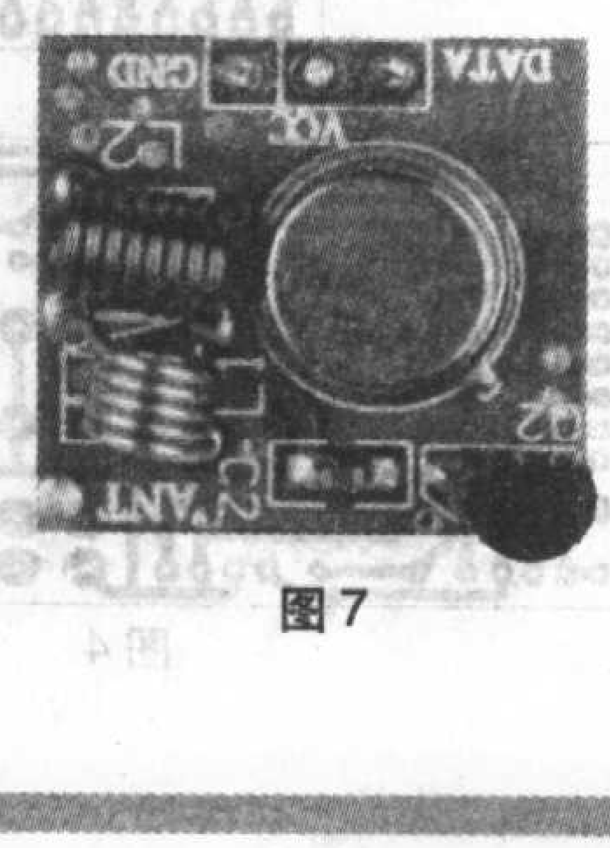


图7

必须注意，选择发射模块和接收模块时，一定要保证二者的工作频率相同，否则将无法制作成功。

目前的发射和接收模块主要有两种频率规格，一种是315MHz系列，另外一种是433MHz系列，其中315MHz系列模块应用最广泛，技术比较成熟、性能也比较稳定。

3.外壳制作

笔者采用了一种成品的遥控器外壳，外壳背面的照片如图8所示，将遥控器的内部原来的电路板取掉，在图中右边方框位置处打孔加工，开孔的目的是为了在此处安装红色LED数码管，孔的大小应该根据数码管来确定。

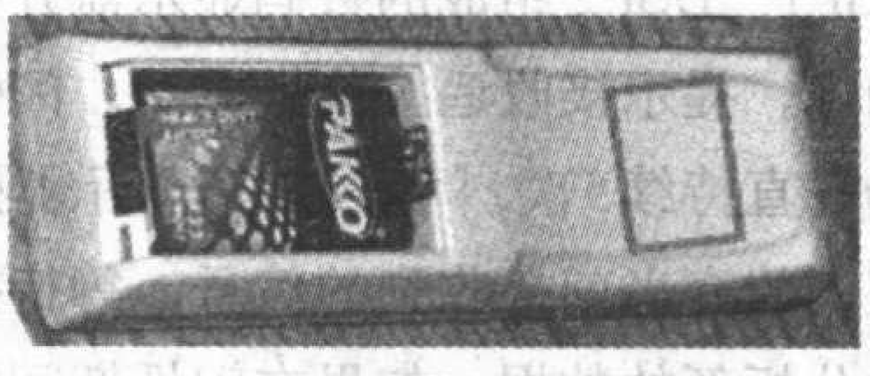


图8

4．其他说明

由于本制作是在特定的外壳中进行，内部空间狭窄，所以个别元器件没有设计到印制板上，需要在制作时根据实际的空位置灵活放置。在电路图中笔者没有画排阻R4，排阻的连接方法是公共端接IC1的20脚，排阻的其他引脚分别连接IC1的11～19脚，如果没有排阻，也可以用9只560Ω电阻代替。

显示板和主板之间通过导线连接，图3中的主板实物照片最下面一行的10个焊盘，从左至右，分别和主板上面IC1的20～11脚连接，也就是说，图3显示板左下脚第一个焊盘接IC1的20脚，然后依次连接，直到图3显示板右下脚最后一个焊盘接IC1的11脚。

图9是笔者制作的遥控器内部照片。图10是制作完成后的遥控器正面、侧面、背面的照片。

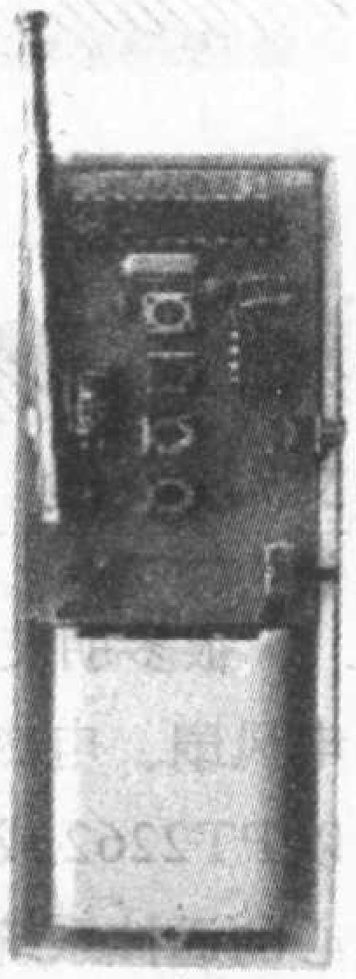


图9

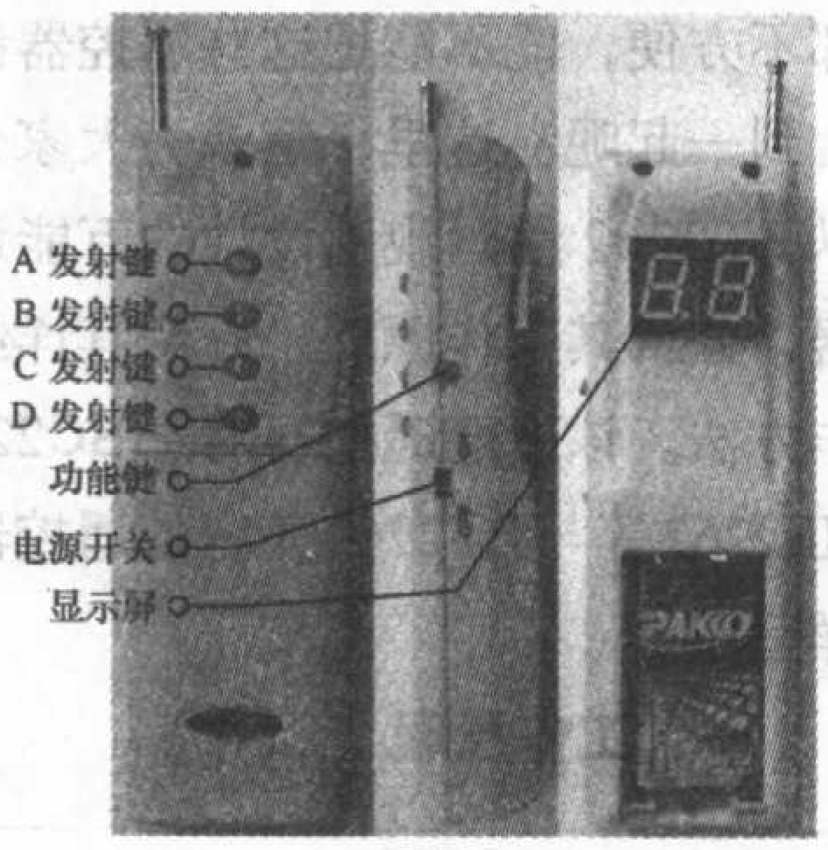


图10

三、使用方法

现在结合图10来介绍制作好的遥控器的详细使用方法。

1.代码学习

要使用万能遥控器，必须先进行代码的学习操作，首先开启万能遥控器右侧面的电源开关，然后看着万能遥控器背面的数码管，这时按下原来的PT2262的普通遥控器上A、B、C、D四个按键中的任何一个，如果接收成功，你会看到万能遥控器的数码管开始闪烁，此时显示的数字是将要保存的位置编号，在5次闪烁时间内，按一下侧面的功能键，数码管持续显示，不再闪烁，说明刚刚接收到的代码已经保存到数码管显示的位置。数码管持续显示位置数字大约3s后数码管自动熄灭。

如果在闪烁5次期间没有按功能键，则本次接收到的遥控代码不会被保存，随后数码管自行熄灭。

用同样的方法可以继续学习其他PT2262遥控器的代码，记住该遥控器的代码存储编号。

2.代码的调用

学习了普通PT2262遥控器的代码之后，我们可以随时调用该代码，通过万能遥控器来代替普通PT2262遥

业余音箱制作系列（6）

做一对没听说过的音箱
——共鸣管式音箱

文/乔小兵

目前市场上很难见到共鸣管式音箱，本期咱们动手做上一对，不就成了“奇珍异宝”了吗？

其实共鸣管这东西是您身边经常可见到的，最常见的就是笛子。为什么我们在笛子上不费力的一吹，就能出那么大声呢？那就是我们所吹进去的气流在管中产生了共鸣。同样我们给扬声器单元也装上一根“大笛子”，它不也可以产生共鸣吗？我们今天说的这个大笛子是加在单元的后面，使扬声器单元后部发出的声音得到放大，特别是低频部分得到放大。

可能您要问了，都是在扬声器单元后面加上一个空间，怎么会分为后加载式、共鸣管式和迷宫式等呀？

后加载式音箱是在扬声器单元后面加上一个“号角”。这个号角的特点是从扬声器处开始渐渐变大，也就是我们常说的喇叭形。低音的放大与这个喇叭的长度及开口处的面积有密切的关系。

共鸣管是一根粗细不变的管子。当然管子可以是圆的，也可以是方的或其他形状的。共鸣管式音箱没有开口面积的问题，决定因素仅在管子的长度上。

迷宫式音箱（学名是传输线式音箱）是在扬声器单元后面加上一个很像迷宫状的声音通道。这个通道的长度也决定着低频的放大，但它是一个从扬声器开始越来越窄的通道。它的特点是可以巧妙地利用某一频率上的相位差来抑制某一段的声音以达到提高另一频率段的目的。

简单说这三种形式的音箱有点像。但是后加载式是越来越大的喇叭，共鸣管式是不变的直筒，而传输线式是越来越小的反喇叭。

在市场上曾经有一款十分有名的共鸣管式音箱，那就是BOSE公司生产的AWCS- Ⅱ型低音箱。发烧友们称它为“加农炮”。这款音箱是纯低音音箱，所以它是将扬声器单元放置在管子里面的中间部分，以提高单元前后两面的低频部分。我们要做的共鸣管式音箱与此不同，我们是要继续发挥单元前面的全频带特性，同时通过共鸣管来提高单元后部分的低音。这样我们就要把扬声器单元装在管身上使它一个面是向外的。

那么共鸣管的长度与低音是什么关系呢？简单说管子越长，声音就越低。例如管子长度为0.9m时，低频大约为95Hz；如果管子长度为2m，低音就为40Hz。要是把管子做到3m长，低频就可达到28Hz。

不过管子太长了，没有办法搬进我们的家，也就没有了实用价值。但是我们可以将管子折个弯，使它的长度仅为管子长度的一半。但是共鸣管音箱一般说仅能折一次弯，使它的形状成为U形或L形。原因是折弯太多就不容易产生共鸣了。

理想形状是将扬声器单元装在管子一端头上，但那样我们就不容易摆放了，所以只好将单元与管子成90°来安装。

本制作相对比较容易，所以请您一定动手试试。

制作共鸣管式音箱的材料

材料1：既然是管式音箱，不用说，找来现成的管材是最为方便的。管子又有各种材料的管材，其中当数塑料管最为便利。本文选定了目前建筑物

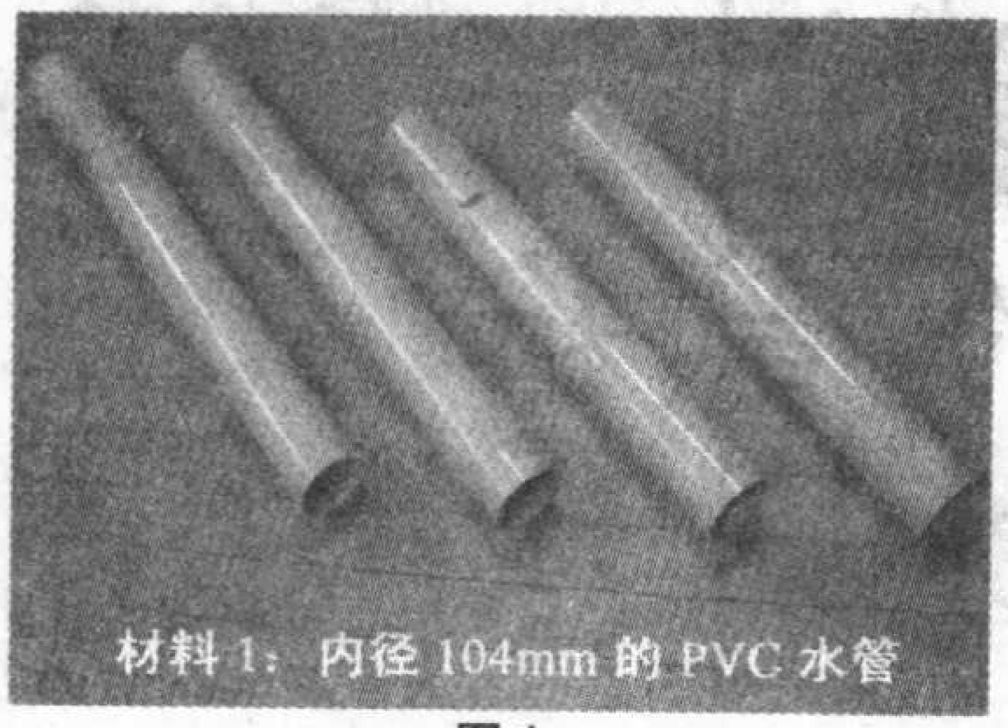
控器进行操作。要调用已经存储的代码，在开启万能遥控器电源后，数码管处于熄灭状态时，按功能键，此时数码管开始显示当前用于发射的代码编号，然后按一次C键可以将编号加1，按一次D键可以将显示的编号减1，通过按动C、D两个按键，选择到你需要的代码编号，最后按一次功能键，确定当前显示的地址编号。大约3s时间，数码显示管熄灭。

刚刚显示的遥控代码，将被用于发射。比如，你原来学习楼道灯遥控器的时候，保存的代码编号为07，现在需要操作楼道灯，则将其通过C、D键将数码管显示值调整为07，再按功能键就可以了。

3.遥控操作

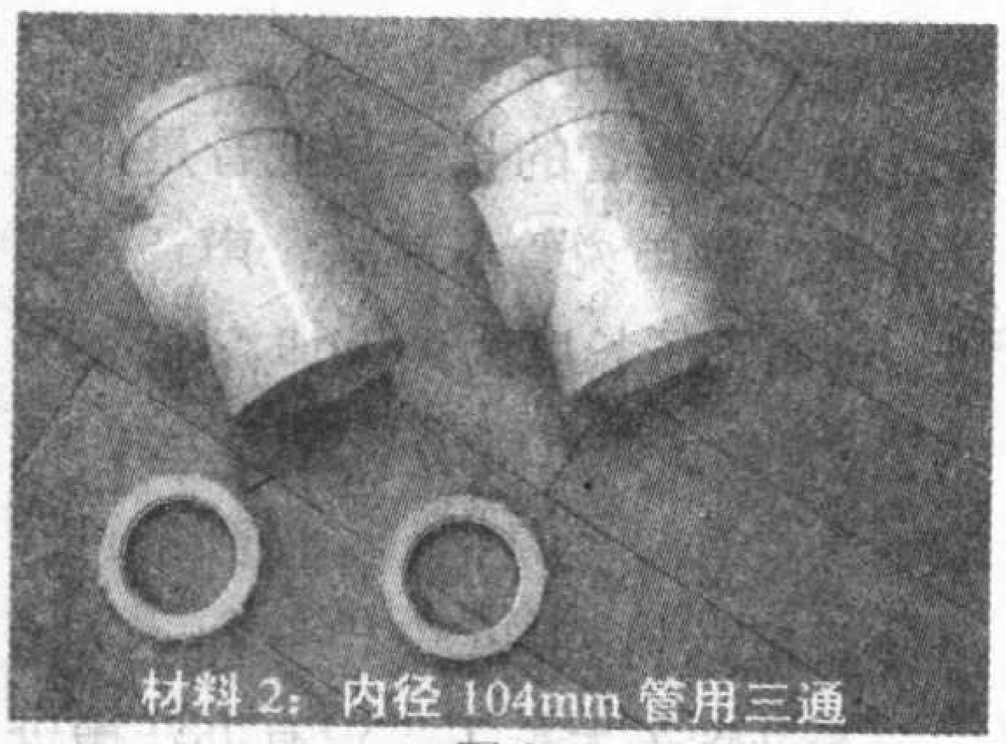
经过上面的遥控代码学习，当前操作代码选择后，万能遥控器就可以代替学习过的某个普通PT2262的遥控器进行操作了，此时只需要你按下A、B、C、D中的任意一个按键，就可以实现相应的遥控功能。

如果在制作过程中有什么问题，请通过电子邮件FLDZW@21CN.COM和笔者联系。



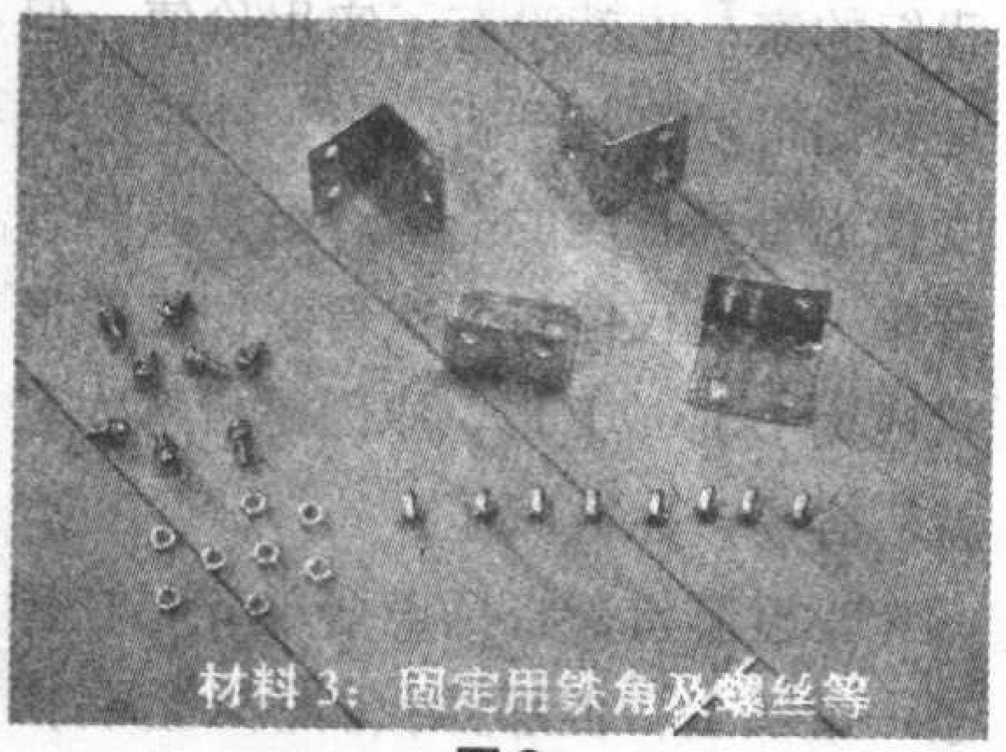
材料1：内径104mm的PVC水管

图1



材料2：内径104mm管用三通

图2



材料3：固定用铁角及螺丝等

图3

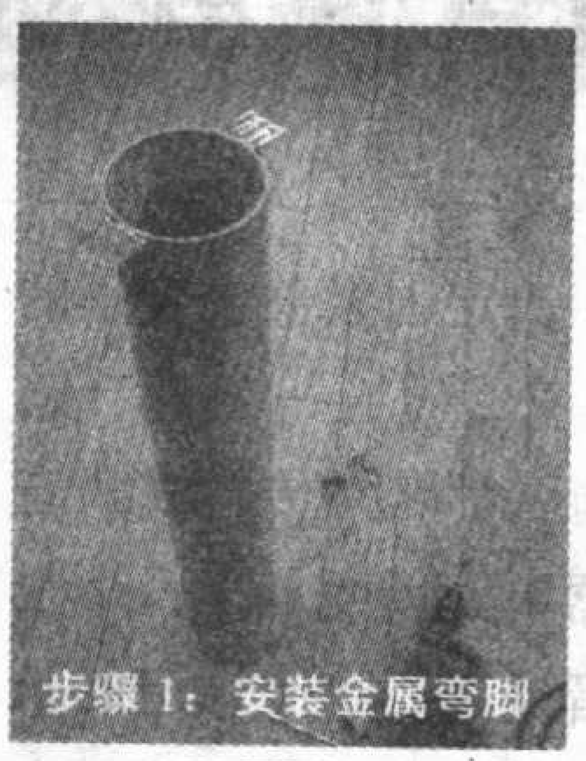
中常用的104mm内径的下水管。这种管有白色的，也有灰色的。长度我选定的是一根为840mm，另一根为1050mm。每一只音箱是由两根管子组成。这样一对音箱需要四根管子，见图1。

材料2：因为我们这次的制作，是将单元装在共鸣管的中部，所以需要一个安装的位置。正好下水管的三通可以充当这个角色。不过购入三通时，要一起买两个三通用的盖。在这个盖上开个75mm的孔，正好装单元，见图2。

材料3:为了使我们的共鸣管能够稳稳地站住，我们还要给管子装上块底板。为了装底板，所以需要一些金属连接件，见图3。

材料4:其他的就是一些杂件物品了。需要两块底板，底板可以选用木板或中密度板。尺寸在25cm左右就行。还有就是接线柱、连接线以及吸音材料等。

制作步骤



步骤1：安装金属弯脚

图4

步骤1：我们先来给短的管子下端装上两个金属弯脚，用它与底板相连接。不过装好金属弯脚后，不要立即装底板，见图4。

步骤2：装好金属弯脚后，顺便在短管上装上接线柱以及与扬声器单元连接的线，这段线的长度一定要比短管长出20cm，见图5。

步骤2：安装接线柱及连接线

图5

步骤3：装好接线柱和连接线后，就可以向管子内放入吸音材料了，见图6。虽然说这种音箱是共鸣管式，但我们主要是利用它产生低频部分的共鸣，以此来提升低频部分。如果不放入吸音材料，中高频的部分也会产生共鸣，会使全部的音量得到提高。您如果有兴趣的话，可以试一试装吸音材料和不装时的区别。这种对比也挺有意思。

步骤3：向管内装入吸音材料

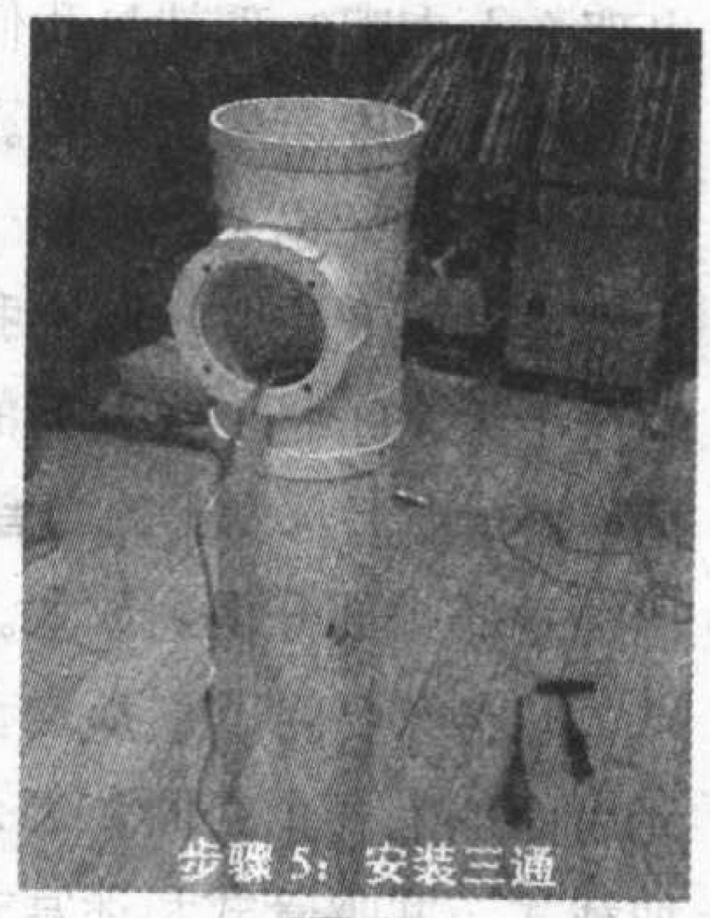
图6

步骤4：装好吸音材料，就可以上底板了，见图7。这时别忘记把线从短管的上口穿出来。

步骤4：安装底板

图7

步骤5：接下来就是装三通，见图8。将连接线从三通的中间口穿出来。



步骤5：安装三通

图8

步骤6：现在该装扬声器单元了，当然要先焊上线再装单元。

步骤7：最后，把装好吸音材料的长管插入三通，共鸣管式的音箱就完成了，见图9。

大功告成
两米高的共鸣管式音箱一鸣惊人

图9

在音箱的外部是喷漆还是包PVC软片，或是包上装饰布，就请您自己决定吧。

汽车冷热两用恒温箱

文/门 宏

本文介绍的汽车冷热两用恒温箱，采用半导体电制冷技术，既可以制冷，又可以制热，箱内温度可在0～50 ℃范围内调节，并且具有自动恒温控制功能，无噪声、无污染、绿色环保，是您驾车出行时的好伴侣，夏天可以用它来携带冷饮，冬天可以用它来保温饭菜，使旅途变得像在家里一样方便。

一、电路工作原理

汽车冷热两用恒温箱电路如图1所示，由测温电路、控制电路、半导体制冷／制热组件等部分构成，使用汽车12V电源。A1为半导体制冷／制热组件，它是利用半导体的珀尔帖效应实现电制冷的一种器件，其原理结构如图2所示，由半导体温差电偶器件、导流片、导热板等组成。一对P、N型半导体材料即构成一个温差电偶器件，当电流从P型半导体流向N型半导体时，P-N接头处会吸收热量；当电流从N型半导体流向P型半导体时，N-P接头处会释放热量，如图3所示。半导体温差电制冷组件一般由若干个温差电偶器件（图2中所示为4个）组成，它们在电气上是串联的，电流依次通过各个温差电偶器件。而这些温差电偶器件在热交换上是并联的，所有的P-N接头与A导热板紧密接触，所有的N-P接头与B导热板紧密接触，A、B导热板均由陶瓷等绝缘材料制成。当按图2所示方向给半导体温差电制冷组件加上直流电源时，电流从①端流向②端，A导热板即形成组件的冷面（吸热面），B导热板即形成组件的热面（放热面）。如果将直流电源正、负极颠倒，使电流从②端流向①端，则B导热板成为组件的冷面（吸热面），A导热板成为组件的热面（放热面）。可见，半导体温差电制冷组件具有逆运用功能，可以方便地实现制冷与制热的转换。

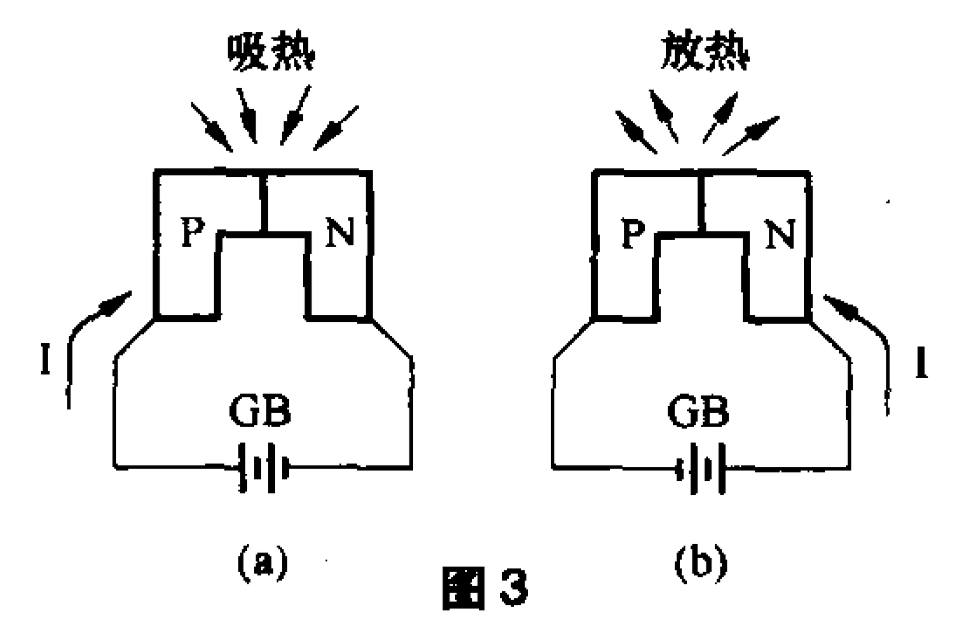


图3

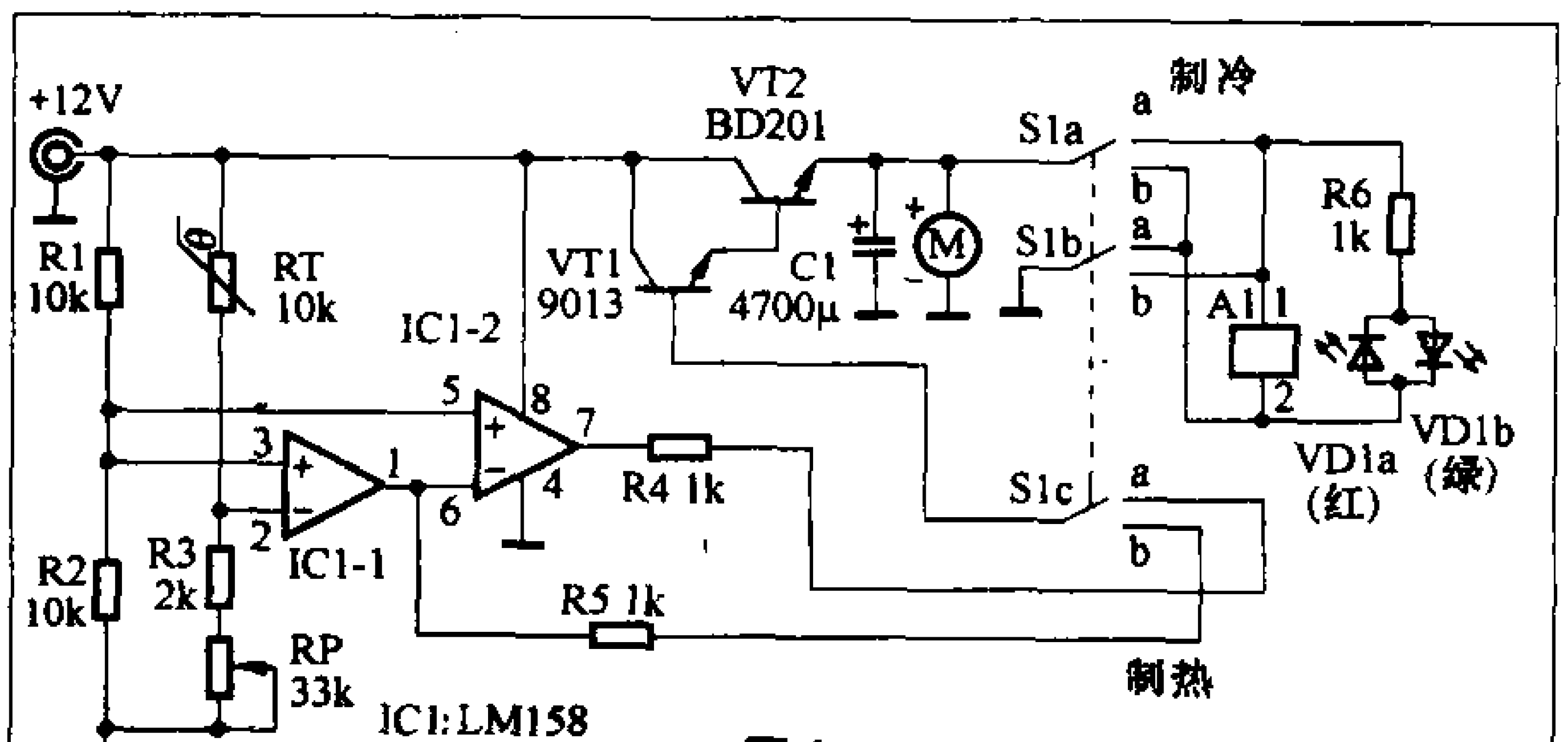


图1

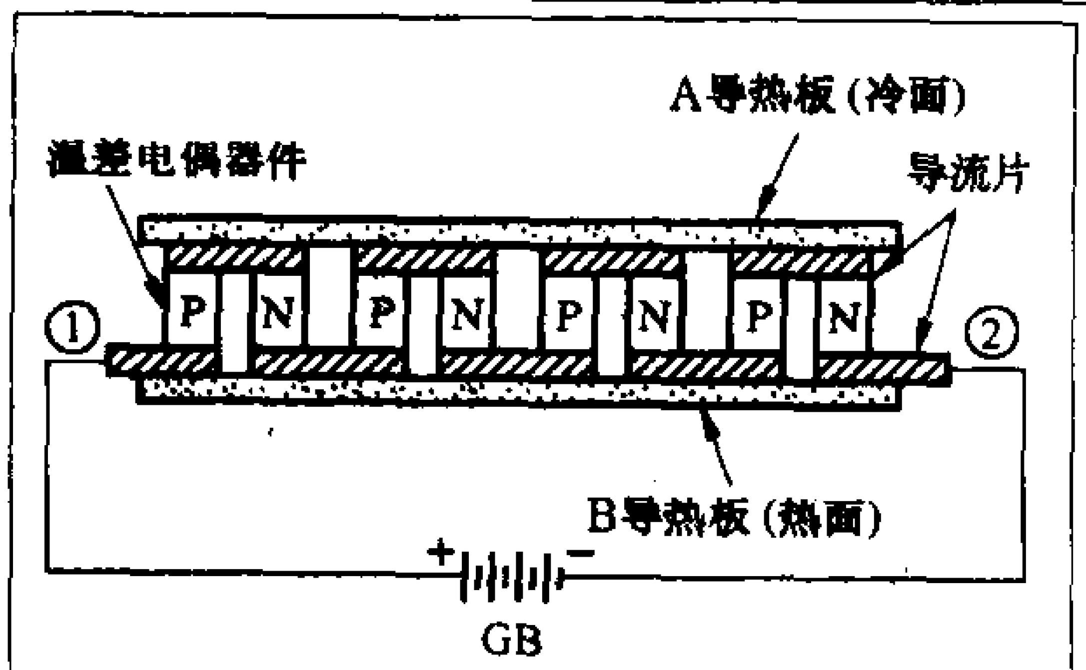


图2

集成运算放大器IC1-1、IC1-2等组成控制电路，其功能是控制半导体温差电制冷组件的工作状态，使恒温箱内的温度保持在设定的温度值。RT为负温度系数热敏电阻，RP为设定温度调节电位器，S1为制冷／制热转换开关，双色发光二极管VD1为工作状态指示灯，M是强制散热用微型风扇。本电路的特点是只用一个测温元件（热敏电阻）和一套控制电路，兼做制冷控制和制热控制。

当S1置于“制冷”挡时，电路为制冷工作状态。集成运放IC1-1、IC1-2的“+”输入端均被R1、R2组成的分压器偏置在1/2Vcc（即6V）处，IC1-1的“-”输入端接热敏电阻RT。当箱内温度高于设定温度时，RT阻值变小，IC1-1的2脚电位大于3脚电位，IC1-1输出端为低电平，经IC1-2倒相为高电平使控制管VT1、VT2导通，组件A1通电制冷，双色发光二极管的VD1b发绿光。当箱内温度下降到设定温度以下时，IC1-1的2脚电位小于3脚电位，IC1-1输出端变为高电平，经IC1-2倒相为低电平使控制管VT1、VT2截止，组件A1停止制冷，VD1b熄灭。调节RP可改变制冷设定温度。

当S1置于“制热”挡时，电路为制热工作状态，IC1-1输出端的电平不经IC1-2倒相直接控制VT1、VT2。当箱内温度低于设定温度时，RT阻值变大，IC1-1的2脚电位小于3脚电位，控制管VT1、VT2导通，组件A1通电制热，双色发光二极管的VD1a发红光。当箱内温度上升到设定温度以上时，VT1、VT2截止，组件A1停止制热，VD1a熄灭。调节RP同样可改变制热设定温度。

二、元器件选择

IC1选用双运放LM158。RT选用MF53系列负温度系数热敏电阻。A1选用12V3A的半导体温差电制冷组件，如希望具有更大的制冷／制热能力，也可选用12V5A或12V8A的组件，并相应地选用具有足够I_{CM}指标的功率控制晶体管VT2。微型风扇M可选用12V的计算机CPU散热风扇，具

简单实用的线圈匝间短路测试器

文/张新安

利用555集成定时器和少量外围元器件，可制作简单实用的线圈匝间短路测试器。利用它可以简单准确地测定行输出变压器、开关变压器、行推动变压器和偏转组件的线圈是否存在匝间短路。

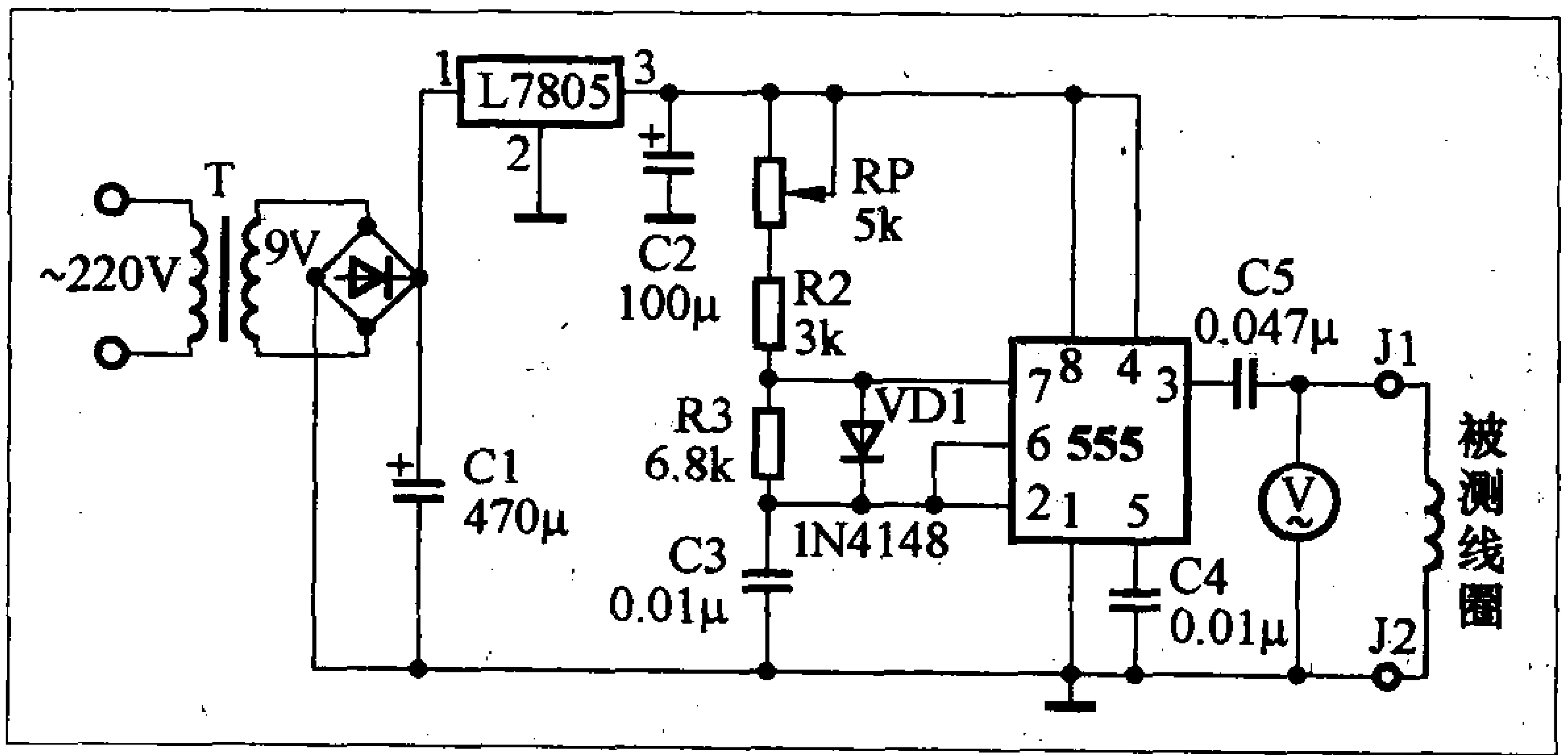
一、电路结构

555定时器采用8脚双列直插结构。1脚为负电源端，一般接地；2脚为触发输入端；3脚为输出端；4脚为复位端；5脚为电压控制端；6脚为阈值输入端；7脚为放电端；8脚为正电源端，在3V～18V内均可正常工作。

用555集成定时器制作的线圈匝间短路测试器的电路原理见附图。555集成定时器与外接元器件构成多谐振荡器，方波脉冲由3脚经C5耦合输出。

测试器安装在一个体积为65mm × 50mm × 40mm的塑料盒中，体积小巧、使用方便。交流电压表用电冰箱延时稳压器上常用的微形交流电压表改装而成，分别刮去原字面上100、200、300三个数字最后面的一个0，将原来的整流二极管1N4007换成高频整流二极管，接入已知的30V/50Hz的交流电压，适当减小原分压电阻的大小，使指针指在30V刻度线上即可。

图中的定时电容C3和输出耦合电容C5要选用高频特性好的高频瓷片电容或薄膜电容。交流电压表要选用灵敏度较高的微形表头（原表头内的



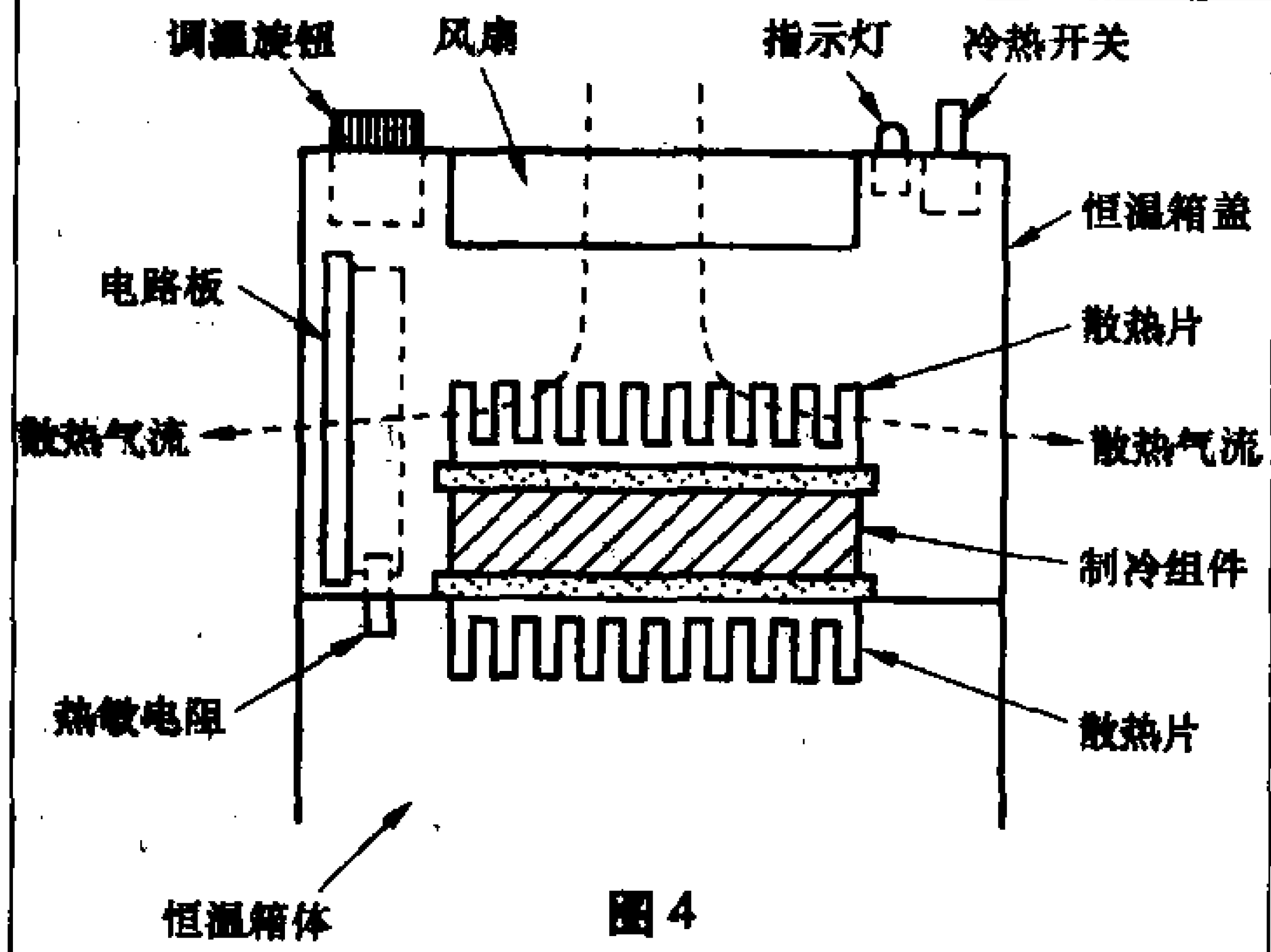


图4

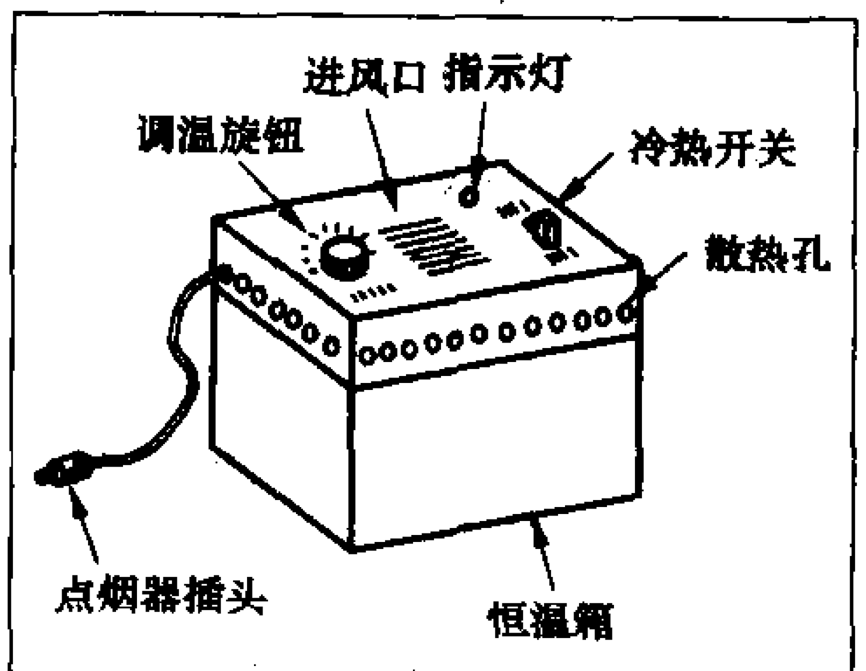


图5

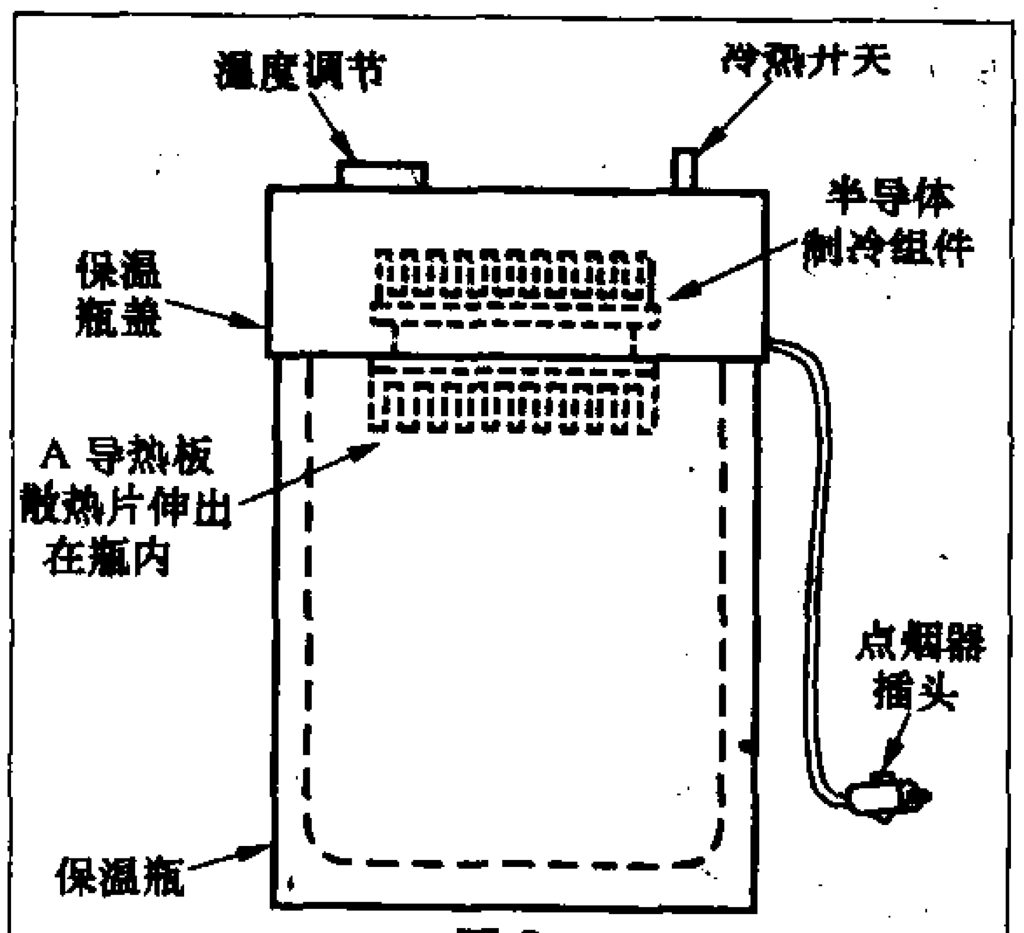


图6

有体积小、噪音低的特点。VD1选用双色发光二极管。S1选用三极双位开关，其额定电流必须大于所用半导体温差电制冷组件的工作电流。

三、制作与调试

整机结构可参见图4，所有元器件都安装在恒温箱的箱盖中。为取得较好的制冷或制热效果，半导体温差电制冷组件的A、B绝缘导热板均需配装散热片，并将A导热板散热片伸出在箱盖下面（盖到恒温箱上即可），B导热板散热片上方安装散热风扇M，风向为从上往下吹。热敏电阻RT也应伸出在箱盖下面，以便准确探测箱体内的温度。制冷/制热转换开关S1、双色发光二极管VD1、调温电位器RP的旋钮安装在箱盖上面，方便操作。箱盖的上面应开一些进风孔，四周应开一圈散热孔，如图5外形图所示。恒温箱的四周和上下箱壁均应有保温材料。一个简便易行的办法是利用大口保温瓶作为恒温箱，将所有元器件安装在保温瓶盖中，如图6所示。12V电源输入端接上一个汽车点烟器插头，使用时将该插头插入汽车点烟器插座。调试时，可将一气温计放入恒温箱中测量箱内温度，在调温旋钮旁相应地标上温度数值即可。

分压电阻在200kΩ左右)，输出端J1、J2接两根带鳄鱼夹的软导线。

二、使用方法

测试器空载时，交流电压表的示数约为1V。用示波器测量输出端为5Vpp的方波脉冲，调节RP，方波脉冲的频率可在12.5～25kHz范围变化。

测试时，测试器的两个输出端J1、J2分别接被测线圈的两端。被测线圈的电感L与输出耦合电容C5组成串联电路。调节RP，当输出方波脉冲的频率等于LC串联电路的固有频率时，电压表的示数最大。如果被测线圈的电感量较大(如彩色电视机的“FBT”初级线圈的电感为3.26mH)，绕组无匝间短路时，电压表的示数可达30V(不一定是有效值)。若用示波器测量线圈两端幅度为80Vpp，周期为80μs(频率为12.5kHz)的正弦波。如果被测线圈的电感量较小(如行推动变压器的次级线圈为0.427mH)，电压表的最大示数为16V，用示波器测量为35Vpp。周期为30μs的正弦波。

当被测线圈存在匝间短路时，线圈的Q值大幅度下降，这时电压表的示数会大大减小。

1. 行输出变压器(FBT)的检测

(1)独立检测：将待测“FBT”从电路板上焊下来，对于彩色电视机或彩色显示器的“FBT”，将测试器的两输出端接“FBT”的初级绕组(+B端与C端)。若为黑白电视机的“FBT”，接升压电容和阻尼二极管连接端，调节RP使电压表的示数U_L最大。无匝间短路的“FBT”，电压表的示数一般在20V～30V之间，用导线在“FBT”的磁芯上穿绕1匝，将两端连通，做成1匝短路环，这时电压表的示数U_O一般下降到2V左右。

无匝间短路的“FBT”，$U_L/U_O>8$，内部存在匝间短路的“FBT”，U_L大大减小，$U_L/U_O<3$，短路越严重，U_L的值越小。由于无匝间短路的“FBT”与存在匝间短路的“FBT”电压表的示数相差很大。利用该测试器可准确地判定“FBT”是否存在匝间短路。

(2)在路检测：“FBT”安装在电路板上时，由于初次级绕组均接有外围元器件，可拔掉偏转线圈插头和显像管尾板，减小外围元器件对测量结果的影响。在路检测时，电压表的示数一般大于15V，但在路测得U_L很小时，有可能是外围元器件短路引起的。还需从电路板上焊下“FBT”进行独立检测，以防误判。

2. 开关变压器的检测

(1)独立检测：将开关变压器脱离电路板，测试器的输出端接开关变压器的初级绕组(300V端和C端)，调节RP使U_L最大，不同型号的开关变压器，电压表的示数一般在20V～30V之间，在线圈上穿绕1匝短路环时，U_O约为3V，$U_L/U_O>6$。内部存在匝间短路的开关变压器，U_L的值很小，且匝间短路越严重时，U_L的值越小。当穿绕1匝短路环时，电压表的示数下降得很小，$U_L/U_O<2$。

(2)在路检测：由于初级绕组所接阻尼元件和各次级绕组所接外围元器件的影响，不同机芯所测得的U_L值相差很大。为减小误差，可用吸锡器将初级绕组一只引脚的锡吸干净，或用针管将引脚与电路板分开再进行检测，若测得的U_L很小，有可能是外围元器件引起的，还需进行独立检测。

3. 行推动变压器的检测

将行推动变压器从电路板上焊下来，测试器的输出端接行推动变压器的次级绕组，调节RP使U_L最大，无匝间短路的行推动变压器，电压表的示数一般在16V左右，穿绕1匝短路环时，U_O一般在2V左右。$U_L/U_O>6$。匝间短路的行推动变压器，U_L的值小得多，穿绕1匝短路环时，电压表的示数下降得也很小，且匝间短路越严重，U_L的值越小。

用硅钢片做磁芯的行推动变压器，其U_L和U_O都很小，不能用此测试器来检测判定。

4. 行偏转线圈的检测

将偏转线圈的插头从电路板上取下来，测试器的输出端接行偏转线圈的输入端，调节RP使U_L最大。无匝间短路的行偏转线圈的U_L一般在22V左右。如果测得的U_L较小，可再将行偏转线圈的两个绕组分开，分别检测它们的U_L值，无匝间短路的行偏转线圈，两个U_L值近似相等，如果两者相差较大，则行偏转线圈内存在匝间短路。我们还可进一步将行偏转线圈从显像管上取下来，紧贴行偏转线圈做一短路环，检测U_O，无匝间短路的行偏转线圈，U_O一般在16V左右。由于行偏转线圈的绕组之间采用松耦合，无匝间短路的行偏转线圈$U_L/U_O>1.3$，匝间存在短路的行偏转线圈$U_L/U_O<1.2$。

三、对检测结果的说明

对于不同的电感线圈，由于L、Q及绕组之间的耦合度不同，用该线圈匝间短路测试器测得的U_L和U_O离散性较大。对于行输出变压器、开关变压器和行推动变压器这类电感量较大、Q值高和线圈之间采用紧耦合的电感线圈，由于$U_L/U_O>6$，可简单准确地判定绕组是否存在匝间短路。对于行偏转线圈这类绕组间采用松耦合的电感线圈，无匝间短路的行偏转线圈$U_L/U_O>1.3$，而存在匝间短路的行偏转线圈$U_L/U_O<1.2$。只要在平时的检测中注意积累经验，也能较准确地判定被测线圈是否存在匝间短路。

由于上述电感线圈都可独立或在路机器不通电的情况下进行检测，因此使用该线圈匝间短路测试器测量电感线圈是否存在匝间短路，不仅简单准确，而且安全。

具有同步功能的 SH系列七彩LED驱动集成电路

文/陈有卿

本文介绍上海舒康仪器技术有限公司（gjxgjx2005@yahoo.com.cn）最新推出的SH–329、SH–348和SH–381三款具有同步功能的七彩LED驱动集成电路，它们可直接或通过三极管驱动高亮度红、绿、蓝三色LED发光，经混色后能够获得七彩缤纷的视觉效果。这几个电路的最大特点是都具有交流同步功能，如果采用相同型号集成电路组成的几个或几十个LED群驱动电路，可使所控制的所有同色LED同步闪光，色调保持一致，因此特别适用于各种大型建筑物轮廓灯、景观灯、广告牌、广场、绿地等LED群实现七彩闪光装饰，也可用于各种闪光玩具、工艺品及普通店铺或家庭装饰等。

一、SH–329三路七彩同步LED驱动电路

SH–329是采用CMOS工艺制造的三路七彩LED同步闪光集成电路，使用电源电压范围宽、输出电流大，可直接驱动LED闪光。使用交流市电频率作为时钟脉冲输入，可通过两个分频比设置端来改变四挡变化速度以适应不同的外部时钟频率（50Hz/60Hz）。

SH–329采用标准DIP–8封装，性能稳定可靠，管脚排列示意图见图1，各脚功能是：第1、8和6脚即Q1、Q2和Q3为PMOS开漏输出端，能直接驱动LED闪光；第2脚Fin为外部时钟脉冲输入端；第3脚H为分频设置端1；第4脚L为分频设置端2；第5脚GND为电源地；第7脚V_{DD}为电源正端。SH–329主要电参数见表1，分频设置功能见表2。如果Q1端驱动红色发光二极管，Q2端驱动绿色发光二极管，Q3端驱动蓝色发光二极管，则输出模式（即混色效果）如表3所示。

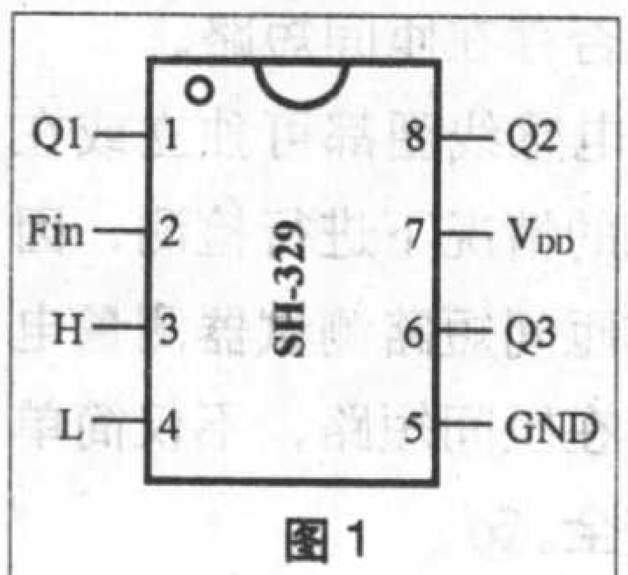


图1

表1 SH–329集成电路主要电参数（V_{DD}=12V，T_A=25°C）

参数名称	符 号	测试条件	规范值	单 位
工作电压	V_{DD}		3~18	V
静态电流	I_{DS}	无时钟输入，空载	≤10	μA
输出端驱动电流	I_{OH}	V_{DS} = 1.2V	≥40	mA
输入端漏电流	I_{OL}		≤1	μA
输出端耐压	V_{OB}		18	V

表2 分频设置（以市电频率为50Hz为例）

分频设置端H	分频设置端L	每步保持时间（s）
H=1（即接V_{DD}或悬空）	L=1（即接V_{DD}或悬空）	0.64
H=0（即接GND）	L=1（即接V_{DD}或悬空）	1.28
H=1（即接V_{DD}或悬空）	L=0（即接GND）	2.56
H=0（即接GND）	L=0（即接GND）	5.12

注：交流电经全波整流呈100Hz脉动直流，再经限流电阻加至Fin端时，速度为50Hz的2倍，即保持时间为原来的1/2。

表3 输出模式（以Q1接红色LED，Q2接绿色LED，Q3接蓝色LED为例）

输出时序	1	2	3	4	5	6	7
Q1	输出	输出			输出	输出	
Q2	输出		输出		输出		输出
Q3	输出	输出	输出	输出			
混色效果	白色	紫色	青色	蓝色	黄色	红色	绿色

图2是SH–329集成电路的典型应用电路，图中二极管VD1~VD4、稳压管VS及阻容元件R1、R2、C1、C4等组成电容降压桥式整流稳压线路，输出稳定直流电压供SH–329用电，输出电压大小由VS的稳压值决定。C1是降压限流电容，其容值直接决定了整流器输出电流的大小，可按1μF = 66mA估算，具体容值根据并接的发光二极管组数确定，图中LED仅3组，以平均每组10mA电流计，C1取0.47μF即可，若红、绿、蓝色LED均由两组并联，则C1必须取1μF。C5为退耦电容，应尽可能靠近集成电路的第7脚与第5脚间安装。

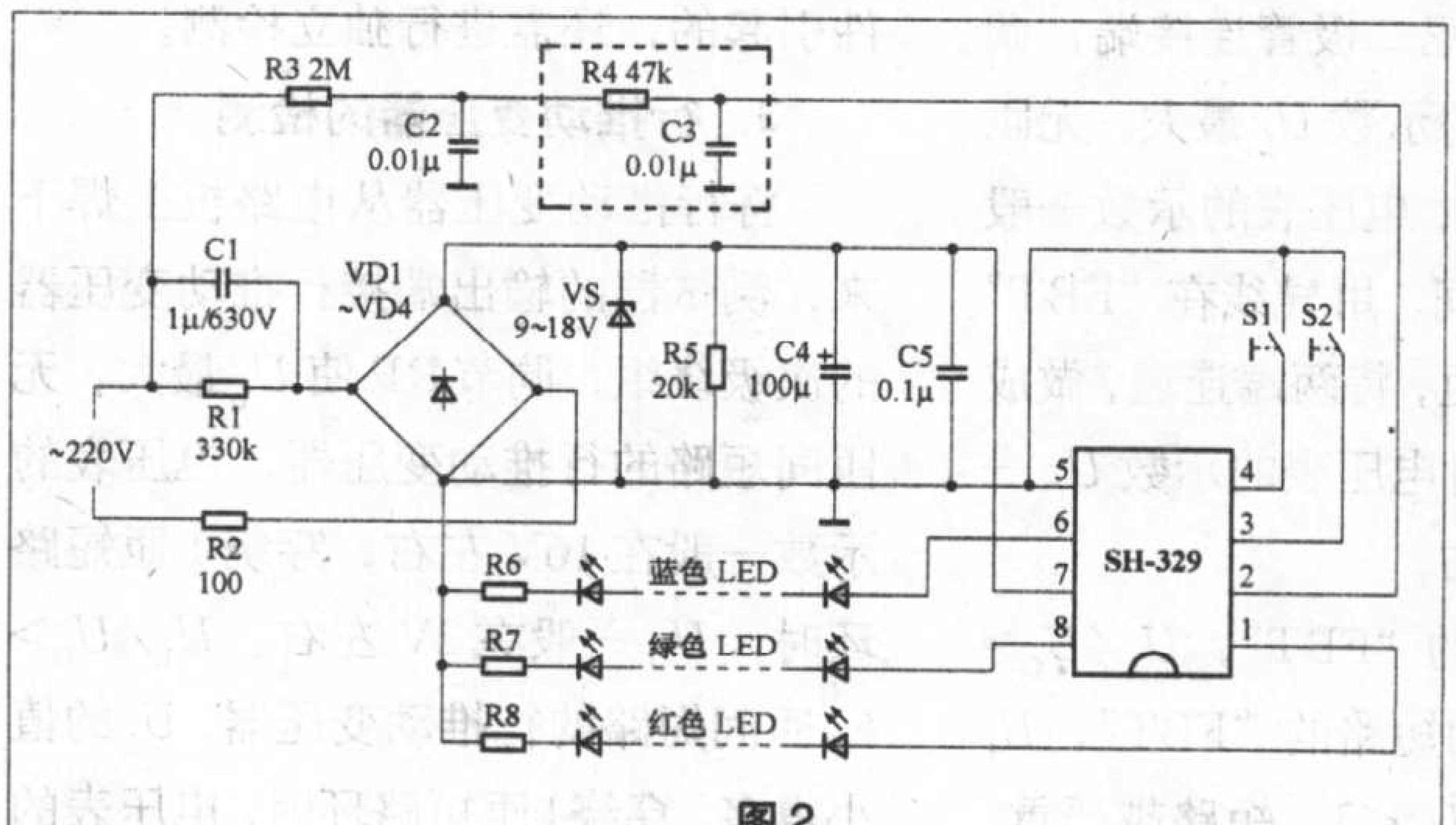


图2

小电阻R2的作用是减小C1充放电的起始电流以保护稳压管VS。R5为电路断电后电容C4的放电电阻。R3为SH–329第2脚Fin端交流同步信号降压限流电阻，C2、C3和R4是用来滤除电源中的高频杂波，这在电源污染严重场合时非常必要，如果电源污染不很严重，可省去虚线框中的R4和C3。

R6~R8分别为蓝、绿、红色发光二极管的限流电阻，可根据 $R=（V_Z-$

nV_L) / I_L公式估算，式中 V_Z 为稳压管VS的稳压值（V），n为发光管串联的个数，V_L 为每只发光管的导通压降（V），I_L 为流过发光管的电流（A），求得R的单位为Ω。显然VS稳压值越高，每组串联的发光管个数越多，但VS稳压值受集成电路的最高工作电压限制。要增加发光管个数，可以先串联再并联，但并联组数增加会使电流加大，此时需相应增大C1容值，同时又受SH−329最大输出电流限制。如果要驱动更多LED，可以通过三极管扩容或直接再制作几个甚至几百个与此同样的电路，由于它们采用同一地点的交流电时钟脉冲，所以每组发光二极管的闪亮是同步的，这个方法也适用于以下两款闪光集成电路。为了使红、绿、蓝三种色光混色效果理想，在制作安装时，应将红、绿、蓝三只发光管紧密安放在一个乳白色小泡内以形成一个光点，同时需仔细调整R6～R8的阻值，使混色效果理想，一般来说红色发光管的限流电阻R8阻值应大于绿色与蓝色的限流电阻R7、R6。

VD1～VD4可用1N4007型硅整流二极管。VS应采用1W型9～18V稳压二极管。R2需用RJ−3W型金属膜电阻器。C1用CBB−630V型聚丙烯电容器。S1、S2为拨动式小开关，可根据表2选择合适的混色速度。其他元器件参数见电路图，均无特殊要求。

二、SH-348三路同步渐变LED驱动电路

SH−348是采用CMOS工艺制造的三路同步渐变LED闪光集成电路，能使红、绿、蓝色发光二极管产生同步渐亮渐暗变化效果，可直接驱动多组LED，也可单只使用。SH−348采用标准DIP−8封装，管脚排列示意图见图3，各脚功能为：1脚 V_{DD}，电源正端；2脚POR，复位端；3脚CLK，振荡端；4脚ZC，交流同步脉冲输入端；5脚GND，电源负端；6脚RL，为红色LED驱动输出端；7脚GL，为绿色LED驱动输出端；8脚BL，为蓝色LED驱动输出端。SH−348集成电路的主要电参数见表4。

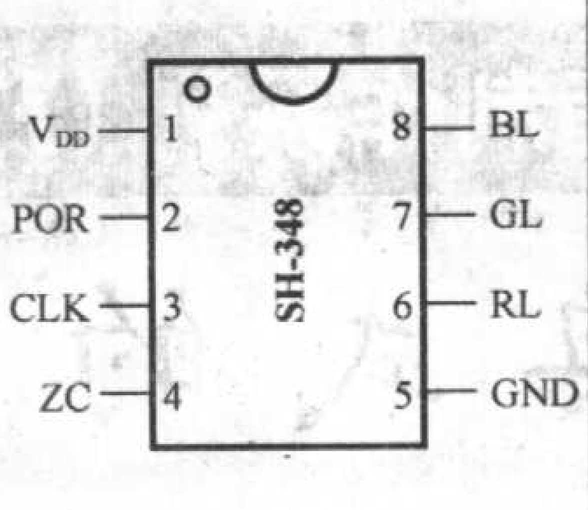


图3

表4 SH−348集成电路主要电参数（V_{DD}=5V，T_A=25℃）

参数名称	符 号	测试条件	典型值	单 位
工作电压	V_{DD}	功能正常，工作稳定	5	V
工作电流	I_{OP}	有振荡，空载	≤0.4	mA
驱动电流	I_{OH}	V_{DS}= 1.0V	≥6	mA
输出漏电流	I_{OL}		≤1	μA
振荡频率	f_{OSC}	±30%	460	kHz
工作温度	T_{emp}		25	℃

当采用工频频率为50Hz的交流市电供电时，SH−348一个渐亮渐暗循环变化周期为186s；若用工频频率为60Hz的交流市电供电时，一个渐变循环周期将缩短为150s。SH−348输出波形如图4所示，图中垂直轴为LED发光亮度的百分比（%），红、绿、蓝三色发光管的最低亮度均为4%，最亮时则为100%；水平轴为时间（s），一个周期为186s。

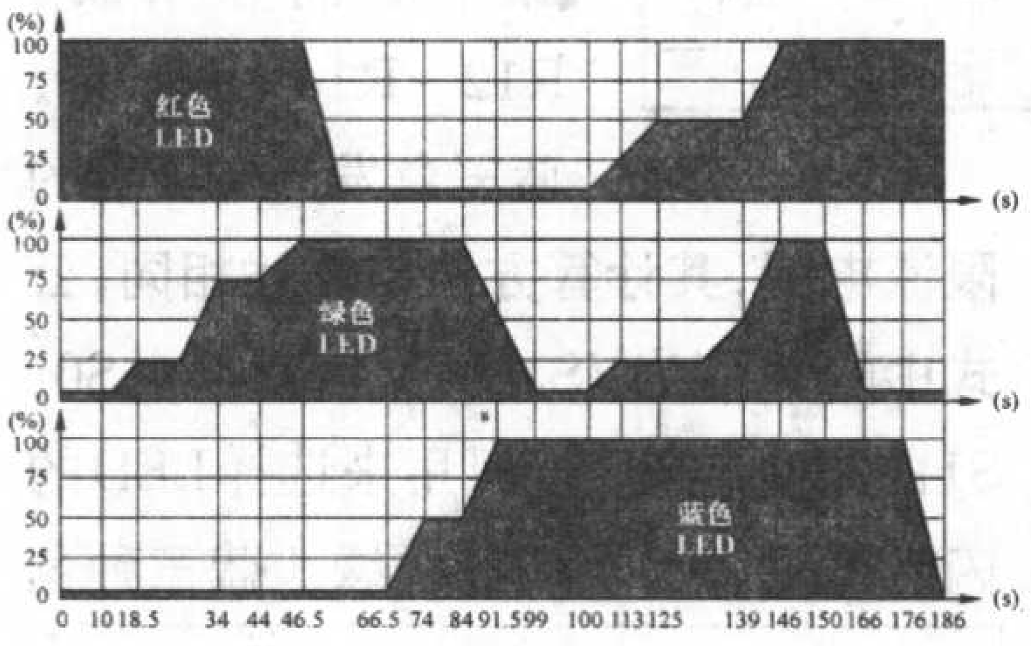


图4

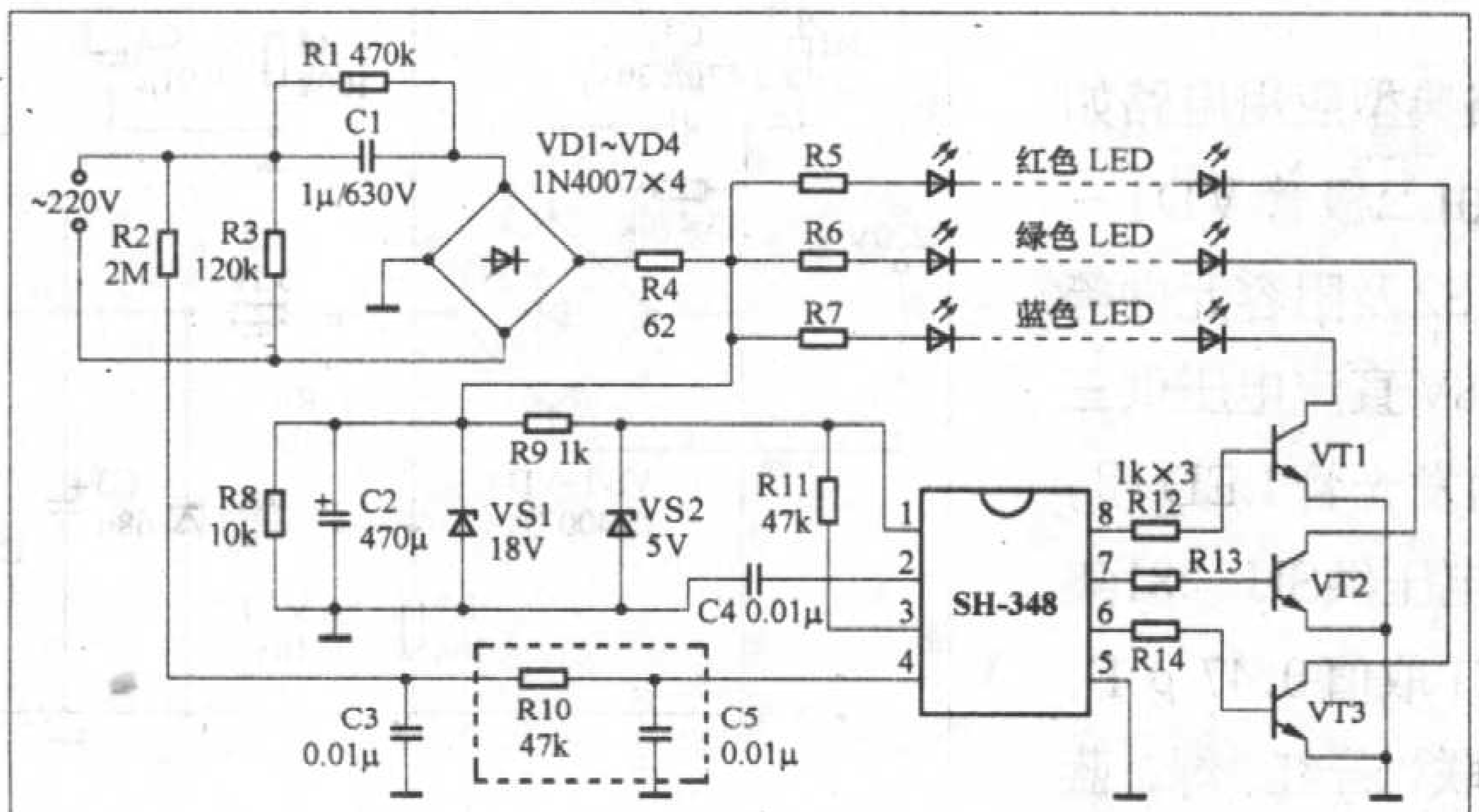


图5

SH−348集成电路的典型应用电路如图5所示，电源电路由二极管VD1～VD4、稳压管VS1、VS2及阻容元件等部分组成，VS1输出18V直流电压供三极管VT1～VT3驱动发光管LED用电，VS2输出5V直流电压供SH−348集成电路用电。电阻R2为SH−348提供50Hz交流时钟同步脉冲，R10与C3、C5用来滤除电源中的高频杂波，如果电源污染不很严重，同样可省去虚线框中的R10和C5。R5～R7为红、绿、蓝三色发光二极管的限流电阻，其计算方法与前述相同，公式中的 V_Z 应为VS1的稳压值。

VT1～VT3可采用8050型等硅NPN中功率三极管，要求β≥150。VS1、VS2最好采用1W型稳压二极管。R4需用RJ−1W型金属膜电阻器。C1用CBB−630V型聚丙烯电容器。其他元器件参数见图，无特殊要求。

三、SH-381三路多模式多彩同步LED驱动电路

SH−381是采用CMOS工艺制造的三路多模式多彩同步LED闪光集成电路，配合高亮度红、绿、蓝色发光二极管可产生绚丽多彩的变色光效果。

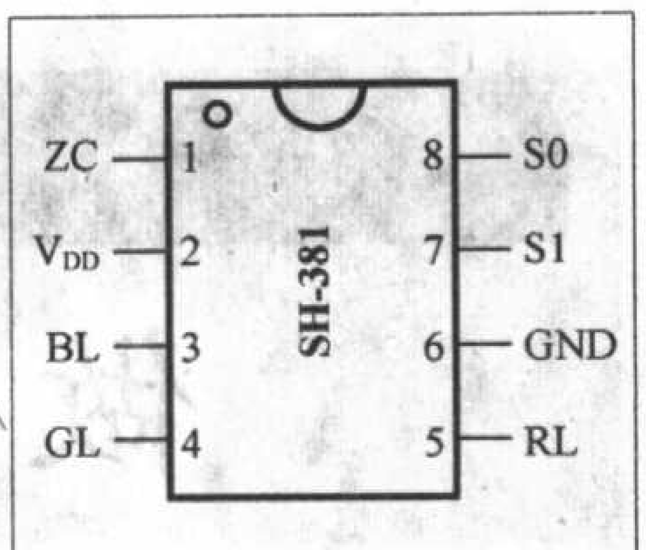


图6

SH−381目前有标准DIP−8与SOP−8两种封装形式，管脚排列示意图如图6所示，各脚功能为：1脚ZC，为交流同步脉冲输入端；2脚 V_{DD}，电源正端；3脚BL，为蓝色LED驱动输出端；4脚

业余音箱制作系列（7）

做一对古典式的音箱（上）

文/乔小兵

最近一段时间有许多读者与我联系，除了询问593单元和箱体外，还表明自己想朝更高层次发展，想做一些有“名”的音箱，下面本大厨就为读者奉上一桌大餐——自做LS 3/5a音箱。

说到LS 3/5a这对音箱（见图1），刚得“感冒”或还是低烧的朋友可能对它不太了解。为了这些朋友，我先简单地聊两句它到底是什么样的宝贝。

著名的 LS 3/5a

图1

这对音箱的原始设计是出自英国BBC（British Broadcasting Corporation）广播公司。设计这款音箱是为了在电台以外做转播时，代替转播车内所用的小型监听音箱。LS 3/5a的3就代表了其主要用途，而5是个序号。

因为是转播车内用的监听音箱，不可能搞得太大，于是就选择了密闭式音箱，可以将箱体设计得小一些，而且在小空间的环境

表5 三种设置模式

第1种闪光模式	S0、S1均悬空	组合模式2～4循环
第2种闪光模式	S0接V_{DD}，S1悬空	三路重叠闪光
第3种闪光模式	S1接V_{DD}，S0悬空	多彩变化闪光
第4种闪光模式	S0、S1均接V_{DD}	七彩跳变闪光

表6 SH-381集成电路主要电参数（V_{DD}=5V，T_A=25℃）

参数名称	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	V_{DD}	功能正常	3	5	5.5	V
工作电流	I_{OP}	有振荡，空载		200	300	μA
Q输出电流	I_{OH}	V_{DS}= 0.8V	4			mA
	I_{OL}		3			mA
工作温度	T_{emp}		-10	25	70	℃

GL，为绿色LED驱动输出端；5脚RL，为红色LED驱动输出端；6脚GND，电源负端；7脚S1，为模式设置端1；8脚S0，为模式设置端0，共有4种闪光模式，见表5。SH-381集成电路主要电参数见表6。

SH-381集成电路典型应用电路如图7所示，电源电路由二极管VD1～VD4、稳压管VS1、VS2及阻容元件等部分组成，VS1输出18V直流电压供三极管VT1～VT3驱动发光管LED用，VS2输出5V左右直流电压供SH-381集成电路用电。图中，C1取值0.47μF，适用于3组LED灯串联，若红、绿、蓝各由两组灯串并联构成，则C1应取值1μF。电阻R2与R4分压为SH-381提供50Hz交流时钟同步脉冲，C2用来消除电源中的高频杂波。R12～R14为红、绿、蓝三色发光二极管的限流电阻，其计算方法与前述相同，公式中的V_Z应为VS1的稳压值。开关S0、S1的闭合或打开，可用来选择LED的闪光模式。为了使红、绿、蓝三种色光混色效果理想，注意事项与SH-329电路相同。

VT1～VT3可采用8050型等硅NPN中功率三极管，要求$\beta \geq 150$。VS1、VS2最好采用1W型稳压二极管。R1需用RJ-1W型金属膜电阻器。C1用CBB-630V型聚丙烯电容器，C4为退耦电容，可用CT4型无感独石电容器，在安装时应尽可能靠近集成块的2、6脚。其他元器件参数见图，无特殊要求。（货讯：本文介绍的集成电路供货消息请参见本刊今年5期P69邮购广告）

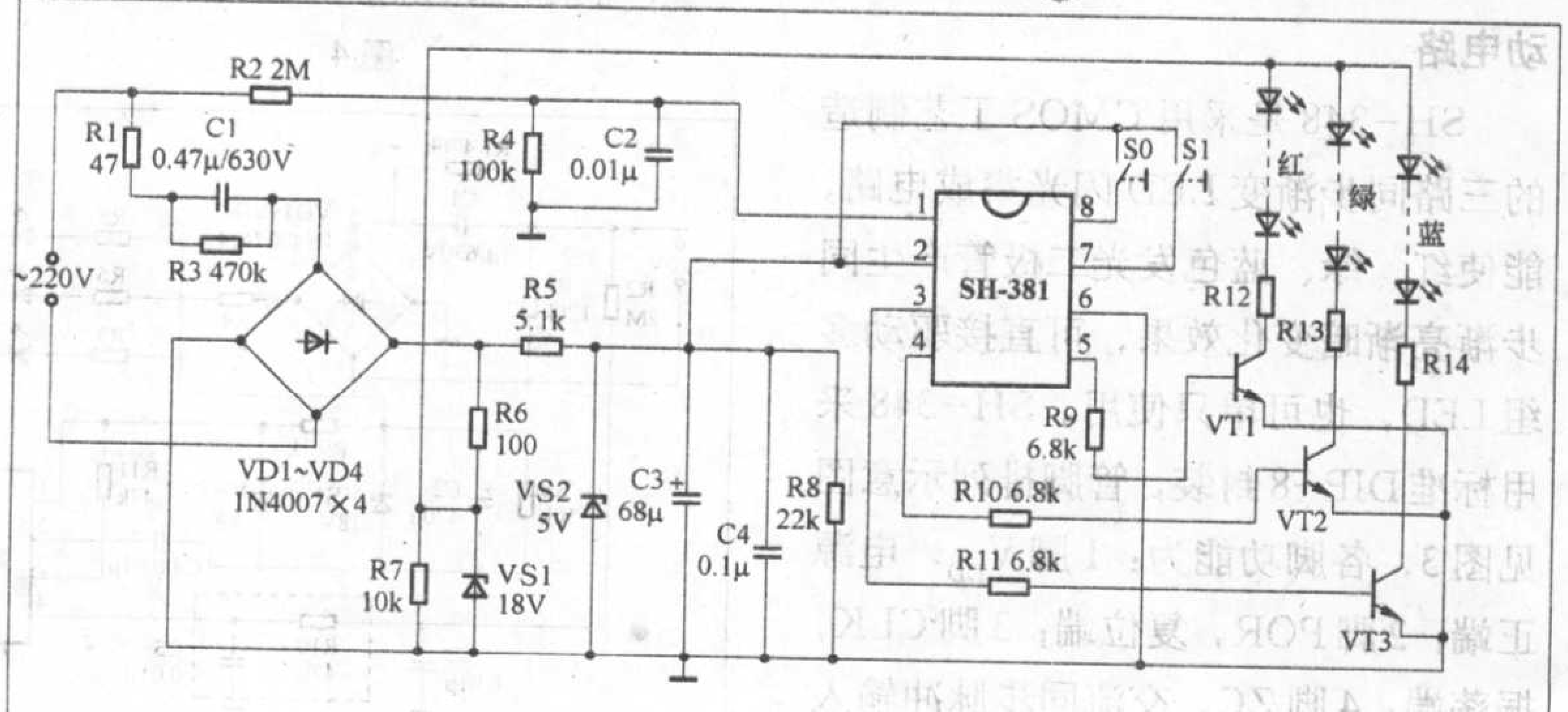


图7

中，低频的表现也令人满意。

说来也挺巧，正好在那个年代，人们开始关注小型音箱。这样的客观条件，造就了这款音箱一出世，就受到音响爱好者们的青睐。再加上日后又有两家公司随着Rogers公司也开始打造这款本来就富有点传奇色彩的小型监听音箱，结果是一发不可收拾。就这样，产生了世界音箱史上的神话，一款娇小的密闭式音箱，竟然可以风靡全球达30年之久。

那这款小精灵在我们国内又是什么情况呢？用个流行语说，它已成为不知多少位发烧友的“梦中情人”。为什么它会迷倒这么多的发烧友呢？依本人之见：第一是它的中频表现，它那厚厚的中频是其他音箱所不具备的；第二是它的外观，朴实无华的外观使人感到音箱的美感是永恒的。这一点与JBL的4344系列监听音箱可以说是异曲同工；第三是价格，它的价格非但不低，在当年可以说是高高在上了。就是在今天，一对十几或二十年前的LS 3/5a，也需要好几千元才能请动它。这种价格导致发烧友们不能轻易地将其请回自已的听音室。这不，它就让你心里总留着一些遗憾。有不少发烧友，从二十多岁就开始喜欢LS 3/5a，可人都过了半百，还没有机会把它接回家，真可谓是一生中的憾事之一呀！

那么这对带有传奇色彩的监听音箱，在今天还有没有其生命力呢？笔者认为它仍具有相当的生命力。至于为什么，咱们就简单地分析一下。

LS 3/5a的特色之一：它是小型近场监听音箱。在当今市场上，使用8英寸单元做低音的落地音箱，也只能勉强算是一对中型音箱。而大型音箱，低音单元一般都在12英寸以上。甚至一只音箱上用了两只14英寸或15英寸的低音单元。但就是在中大型音箱已经与我们发烧友十分接近的今天，小型音箱仍旧有着它那不可替代的优势：音箱小，箱体各面的板材面积相对就小，所以箱体谐振必然会少一些，这一点对喜好“纯音响”的发烧友最具吸引力；音箱小，扬声器单元的口径就会小，这样更接近“点音源”，对表现音场更为有利；音箱小，单元的振膜就小，这样由于振膜本身分割振动所引起的失真必然就小，这样更有利于提高分析力。当然还有摆位、运输以及价格等诸多的有利因素。

LS 3/5a的特色之二：它的箱体结构为密闭式。在以前，我们说过这种形式的音箱所特有的优势。低频瞬态好是这种结构箱体最招人喜欢的原因。所以对于那些并不十分追求低频量感、而着重追求低频质感的发烧友，密闭式音箱听起来会更“爽”。

LS 3/5a的特色之三：它具有独特的中频表现。当然，这种效果是在某种程度上牺牲了高频与低频而得来的。不过，不管人家用了什么怪诞的招数，只要好听，特别是耐听，我认为就是最大的成功。

虽然明知LS 3/5a仍具其独特的生命力，可又难于向“府中领导”申请特批几千元人民币去购买一对二手小音箱，真是让人左右为难。多年的“梦中情人”难道就只能永久地在梦中相见吗？

不一定，咱们用老办法：自已动手做一对LS 3/5a，不就可以用有限的资金把它请回家了。虽说是自已动手做，声音表现上既要保持其特色，还要在高、低频方面略胜几分。您说这是不是一件挺过瘾的趣事。

您可能想，就凭咱们这么瞎胡闹，就能接近原厂的产品，太不着调了吧。您就是这么想也没什么不对，我挺能理解的。不过我给您透个底，这样的好事可不是吹出来的，无疑也不是本人有什么过人之处。这是因为今天的技术水平比30多年前要进步了很多，

图2

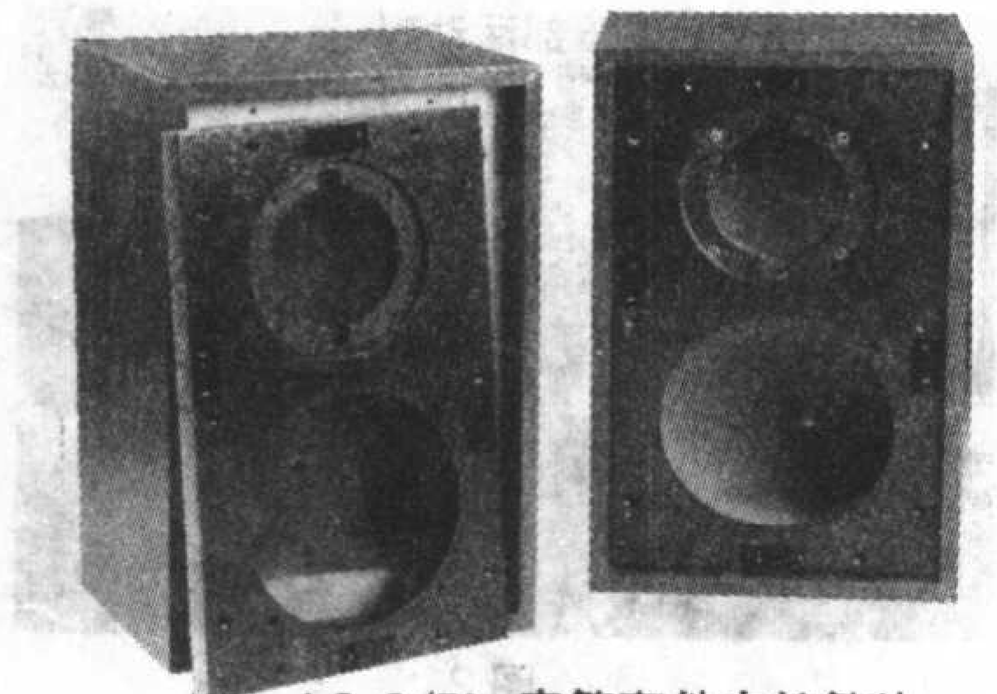
所以我们才能用有限的资金做出接近于原厂LS 3/5a的“灶台牌LS 3/5a”。

到底好不好，还得等您自已制作完成以后，与原厂的LS 3/5a比上一番。反正我是比过了。近日，在北京M·A（Music&Audio）俱乐部的每月活动上，本人就把“灶台牌LS 3/5a”请去了（见图2）。当时与它同台竞技的是一对雨后初晴的原厂LS 3/5a。活动中，会员们用同一组曲目对这两对小家伙进行了A-B-A对比试听。试听所用的曲目是耿纯先生在他所著的《唱片里的录音精品》一书中特别推荐的那十张极佳CD中的各一段。其中最让大家惊讶的是用“灶台牌LS 3/5a”播放多丽·巴顿的《三重唱》和三盲鼠乐队所录的看家名曲《水族馆》这两段“绝对级”试音曲目。三重唱中的三位女歌唱家的融合度与明确的定位分离度两立而生；而《水族馆》中的贝大提琴的低频细节也可说是达到了真正的“1080i”高清效果。这不，我比您先乐了几天，还有点不落忍，就想在这跟您说道说道。好歹也得大家一块乐呀！

下面就说说我的这套“灶台牌LS 3/5a”的特点与装配过程。

第一是箱体，是请制造音箱箱体的厂家专门做的特制版的箱体。所谓特制版，就是箱体表面没有贴装饰木皮，贴的是价格较低的PVC（见图3）。

这样做，可以省下不少钱，以此降低成本。但这只是原因之一，关键的是笔者发现，用同样的MDF板（中密度纤维板）做箱体，外面贴木皮与贴PVC



LS 3/5A 音箱套件中的箱体

图3

的声音不一样。可能是因为PVC与MDF板材质上的差异比较大，加上两层不同的物质之间还有一定的连接材料，使之有效地抑制了箱体谐振，听起来要比贴木皮的箱体“净”不少。从这个实践上看，并不是“便宜没好货”。

其实，这并不是笔者的发明，这种做法早有成功的先例。大部分发烧友都听说过，早先的一个美国品牌后来被日本先锋公司收购了，就是“TAD”。这个品牌的产品在全世界的发烧界评价都非常好。它的一个十分著名的小型近场监听音箱“300仔”，也是不少发烧友的另一位“梦中情人”。这款300仔的外观处理用的就是PVC。像这个身价近万元人民币的音箱，特别是供专业录音用的监听音箱，不会仅仅为了节省成本，而不选用木皮的，它的设计一定有它的道理。

第二是中低频扬声器单元（见图4）。我们与扬声器制作大师一同研究，专门为这套LS 3/5a套件开发了一款中低音单元。单元的型号是L&T130-3/5。这款5英寸的单元，真可算是出色之作。为了做到既保持LS 3/5a特有的高密度的特点，又要尽量提高分析力，这款单元不但采用了三层叠加式振膜（这就是倍受发烧友们注目的“三明治纸盆”），还在振膜中加入了云母片。我们用极低的费用就可享受到这项技术，这在二三十年前是根本不可想象的。

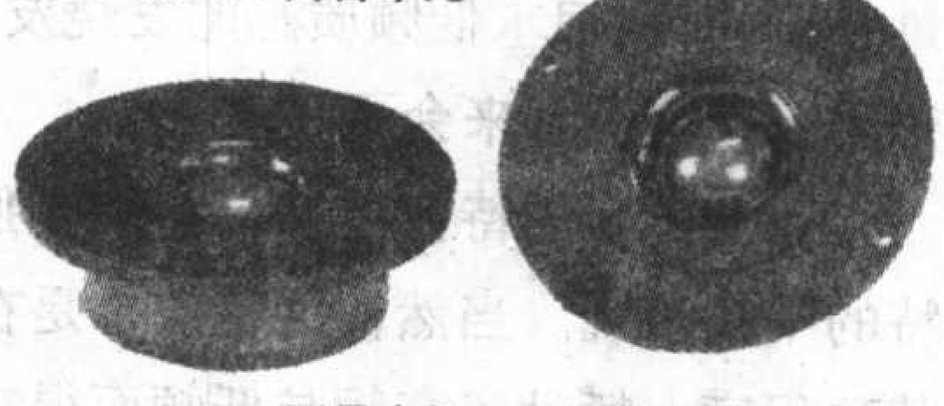
L&T 130-3/5 扬声器单元

专门为 LS 3/5A 套件开发的中低音单元

图4

第三是高频扬声器单元（见图5）。我们今天可以用相对较低的成本就为朋友们制作出相当水平的高音单元。这款高音的高频可以轻松地达到20kHz以上，而LS 3/5a的高频仅有18kHz。

L&T 25-22 高音单元

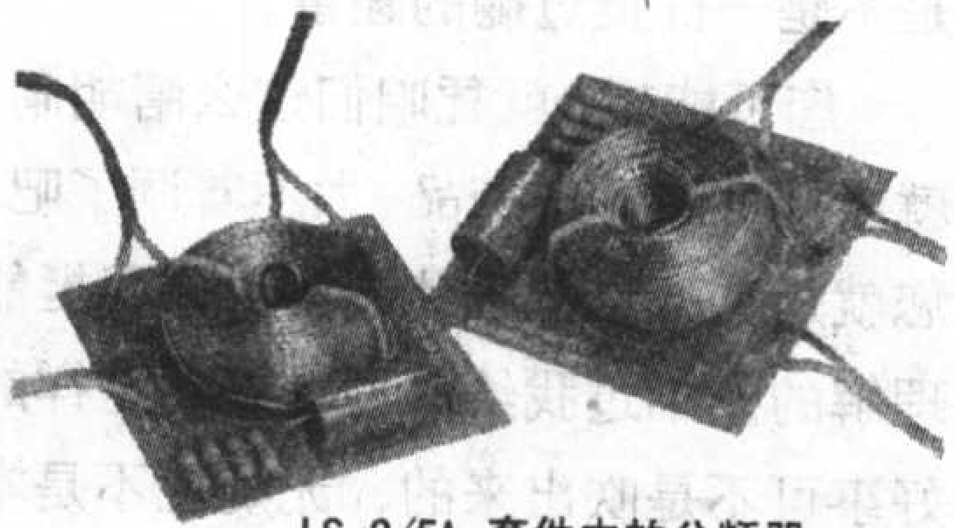


型号中的 25 代表振膜直径
22 代表高频上限

图5

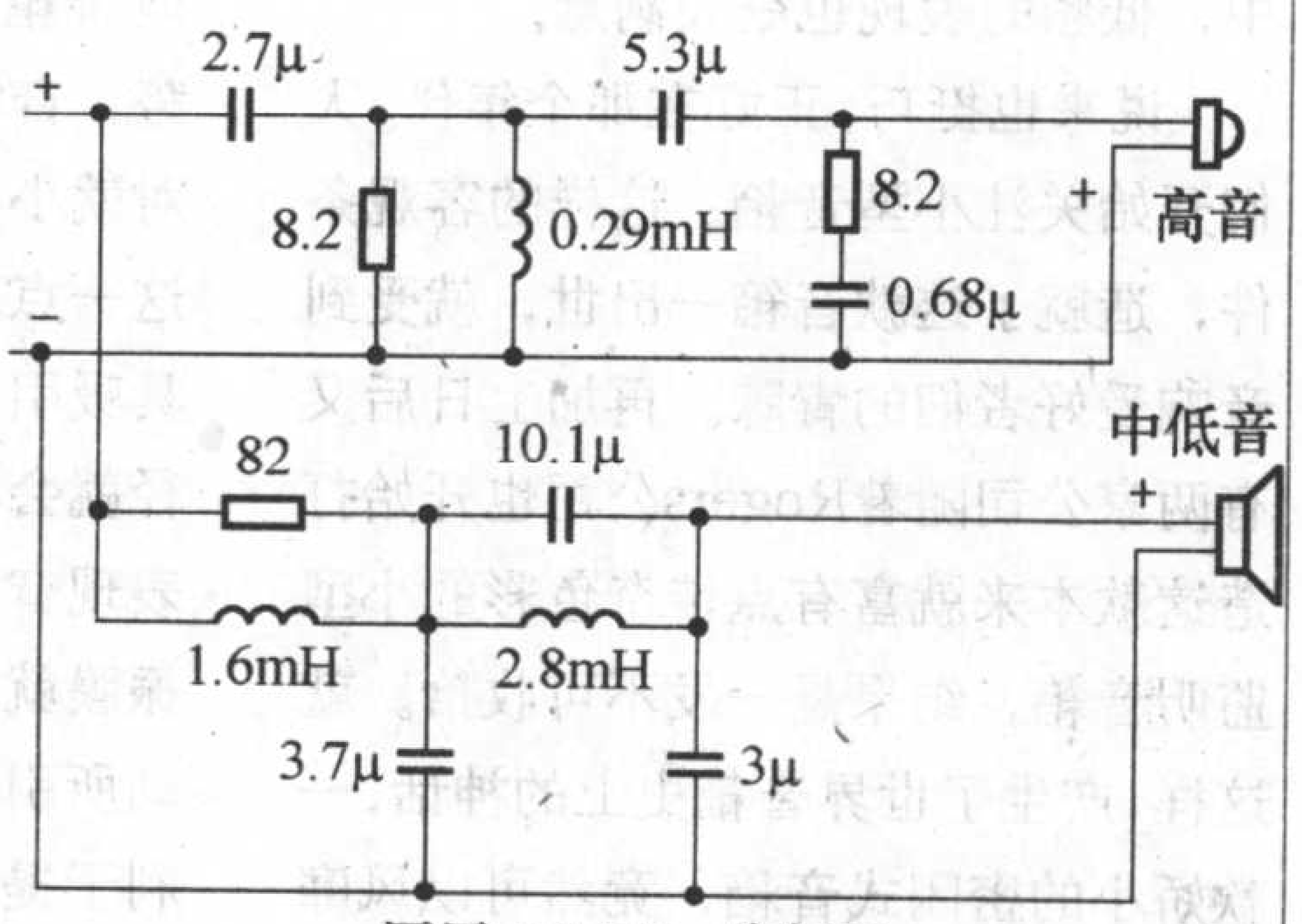
另一方面，如果我们选购一对绅士宝的8513高频单元，最低也要花上八九百元，而今天我所制作的这组套件的总价也不过如此。虽说价格十分低，但自我感觉高频单元绝对不会比以前八九百一对的进口单元差。

最后再说说分频器(见图6)。在这里顺便附上LS 3/5a原设计的分频器图（见图7）。虽然这款音箱迷倒了无数的发烧友，但这款分频器并不能“洋为中用”。因为它是根据原厂扬声器所设计的。而我们今天用的扬声器单元



LS 3/5A 套件中的分频器
7 芯电感造就了出色的低音

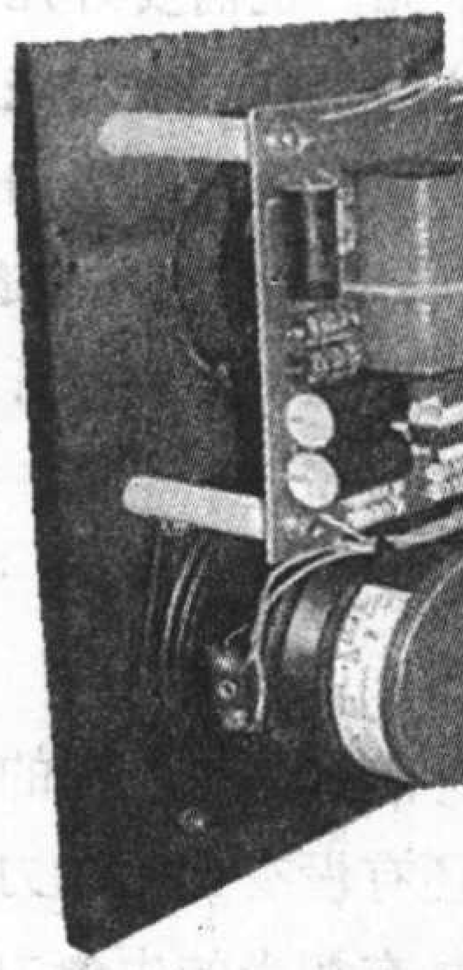
图6



原厂 LS 3/5a 分频器

图7

与以前的完全不同了，所以必须重新设计分频器。笔者在设计这套套件中的分频器时，是本着低频瞬态优先的原则，而且还能让一般的发烧友自制为前提而搞的（见图8）。您可以听听咱们的LS 3/5a的低频瞬态是不是比原厂的好了一大块。如果您有兴趣试试原设计的分频器，您可以按照附图动手搞一对。效果好不好，我就不好说了。



扬声器及分频器的安装
LS 3/5a 前障板内部

图8

针对本栏目中的内容，如果您有什么问题，可以与编辑部联系。当然也可以与本大厨直接联系。本大厨的邮箱：qxb@vip.sina.com。

遥控编/解码模块
在家庭装修中的应用

文/唐奂知

将目前市场上高性价比的遥控编/解码模块用于现代的家庭装修，可以使装修布线变得简单轻松，并使家用电器的控制更加方便灵活，今后需要增加新设备时也无需重新打孔布线。本文主要介绍以PT2262/PT2272为核心的遥控编/解码模块在家庭装修中的几个巧妙应用。

一、用编/解码模块控制照明设备

家庭装修中，少不了安装各种吊灯、顶灯、壁灯等照明设备，各种灯具是家庭装修中数量最多，分布最广的电器设备，这些照明设备的安装布线最令人头疼，如果采用无线遥控模块对这些灯具进行控制，将使装修事半功倍。

1.客厅顶灯的无线遥控

为了装修美观、豪华，大多数家庭都会选择由10个左右的白炽灯泡组成的组合灯具作为客厅的顶灯，如果按照传统的布线方法想为每一个灯泡安装一个开关，将是十分困难的，如果用遥控模块进行控制，就可以省掉十余根长长的导线，也利于今后的维修。

图1所示的12路无线遥控模块可以分别对顶灯中的12路灯泡进行控制，这种控制是由图2所示的配套遥控板来操作的。无线遥控发射（图2）和接收模块（图3）必须配套使用，否则按动遥控板上的按键将没有任何反应。由于这种配套的遥控模块采用了数字编码技术，有很强的抗干扰能力，不会被周围的无线电干扰信号误触发。

图2

12路遥控模块与组合灯具的连接也十分简单，图3是连接图，12只灯泡（也可以是日光灯、节能灯等其他照明器具）分别与接收控制板的每个继电器连接，每个继电器旁边都标注了1、2、3引脚，1脚为常开触点，2脚为公共端，3脚为常闭触点。当没有按下遥控器上面的对应按键时，2脚与3脚接通，当按下遥控器上面的相应按键后，2脚和1脚接通，灯具发光。

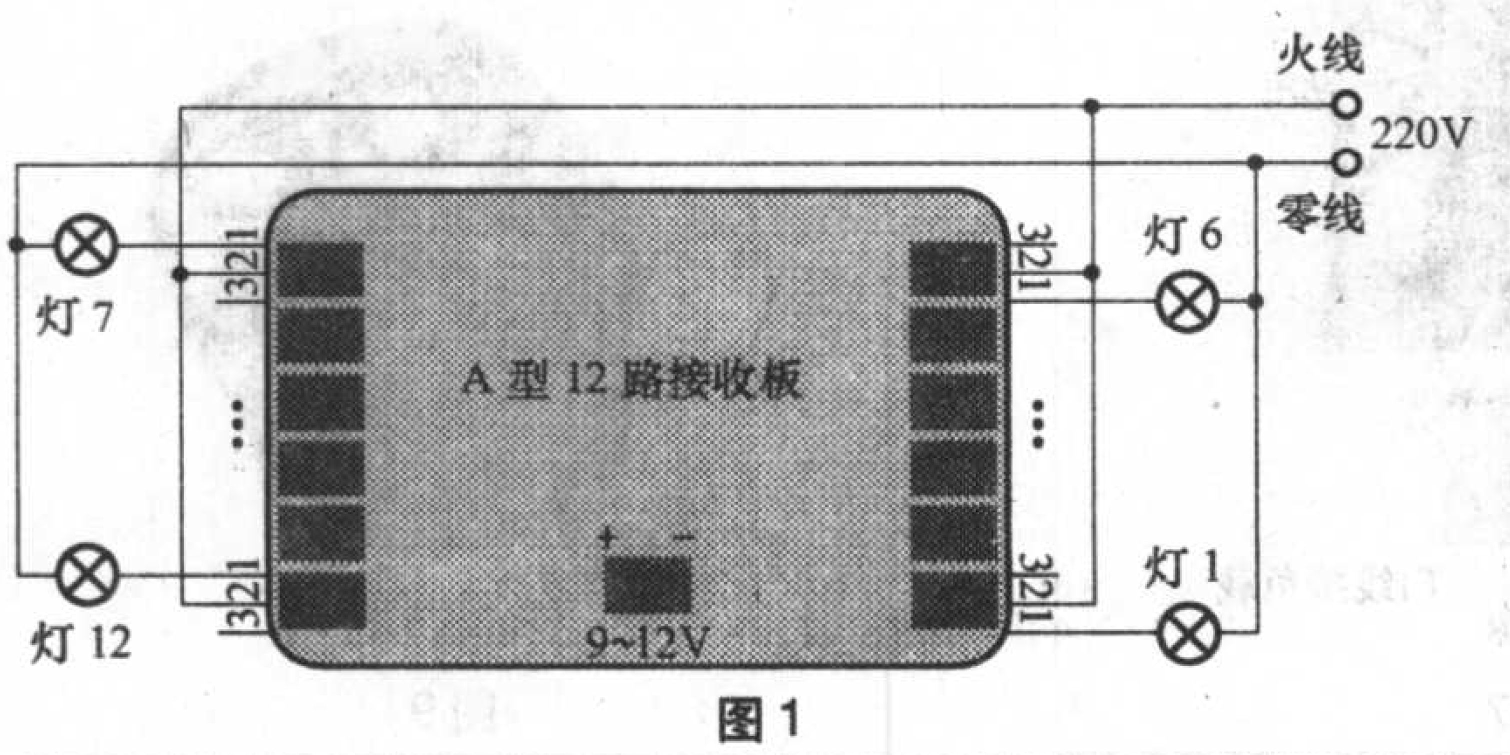


图1

不过，图1所示的A型接收控制板属于12路互锁型控制，也就是说，12只灯泡在同一时刻只会有一只灯泡发光，不会出现两只灯泡同时工作的现象。利用这个特点，你可以将组合灯具里面的灯泡设置为不同的颜色，比如，灯泡1是红色、灯泡2是黄色、灯泡3是紫色……，通过遥控器即可以随时改变灯光颜色，达到变色的目的。冬天让红色灯泡发光，让你觉得“这个冬天不太冷”；夏天让蓝色灯泡发光，给你带来缕缕凉意。

也许，大多数家庭还是喜欢将顶灯等组合灯具设置为可以随意控制的模式：一个人独自在客厅看电视的时候可以让1只灯泡工作，给你几分朦胧的感觉；在朋友聚会的时候，可以让几个灯同时发光，以增加客厅亮度。建议你选用图4所示的B型接收控制板，B型板属于12路独立控制的模块，12路灯泡的工作与熄灭互不影响，遥控器可以对每个灯泡进行随意的独立控制。可以只让1只灯泡发光，也可以让3只、5只，甚至12只灯泡同时发光。这种对12只灯泡开关自如的控制方式，更适合大多数家庭的顶灯、吊灯使用。

B型12路接收板的连线方法和图1完全一样，二者控制方式的不同并不在于连线上面，是由内部电路设计所决定的。

2.用遥控模块控制壁灯、厨房灯、

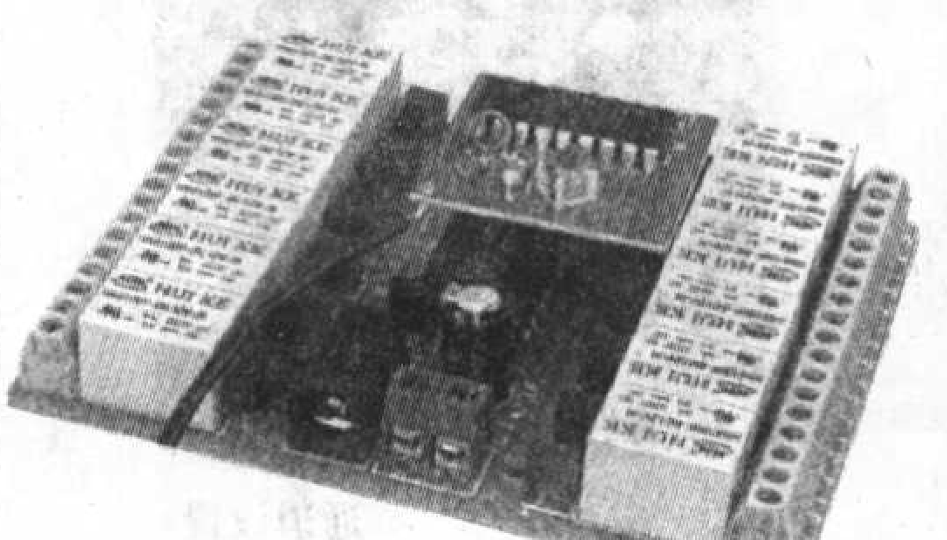


图3

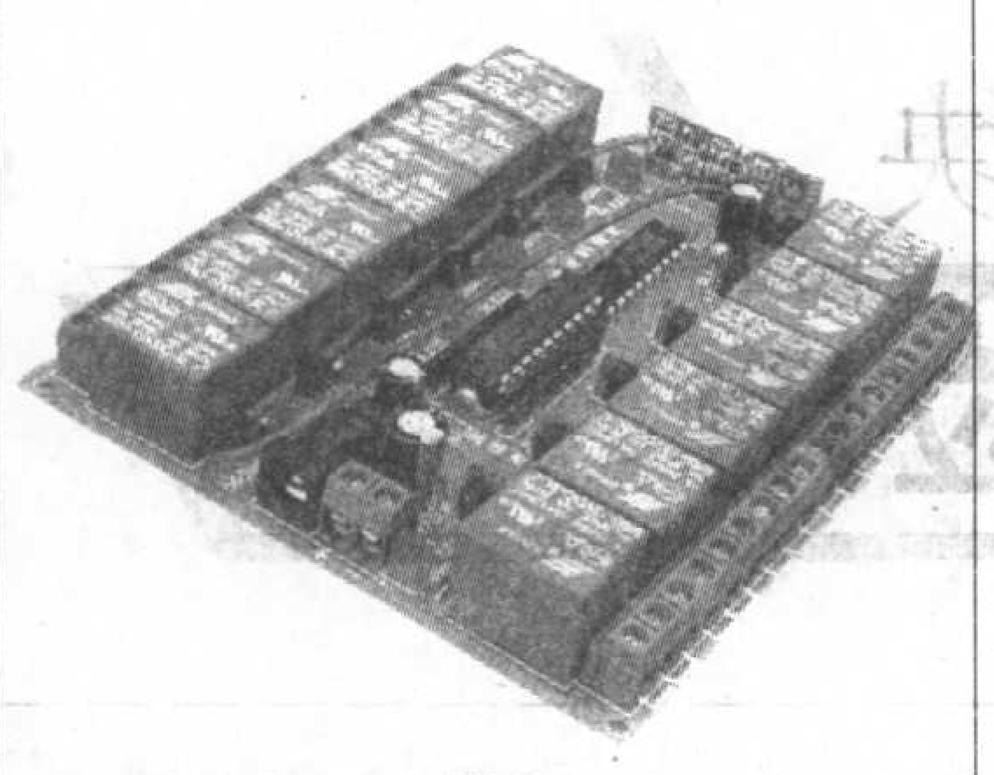


图4

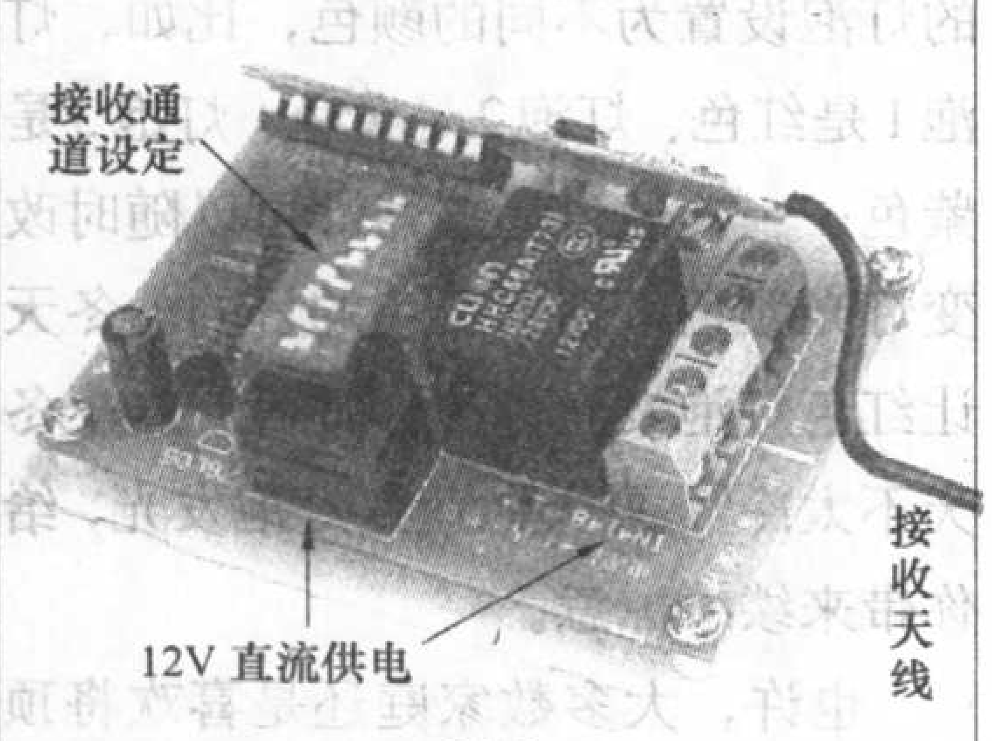


图5

卫生间灯

卧室的壁灯、厨房照明灯、卫生间照明灯的特点是发光的光源(灯泡)相对较少，比较分散，如果再用图3或者图4所示的12路集中控制型接收板显然是不适合的，此时我们可以选用分散控制的模块。图5就是这种单继电器的分散控制接收板，它仍然可以用图2所示的12路遥控器来操作。

图6是另外一种分散控制接收板，用飞利浦922单片机开发的单路触发翻转/非锁存接收板，专门配合12键遥控器作为多点分布式遥控用。性能更加可靠。

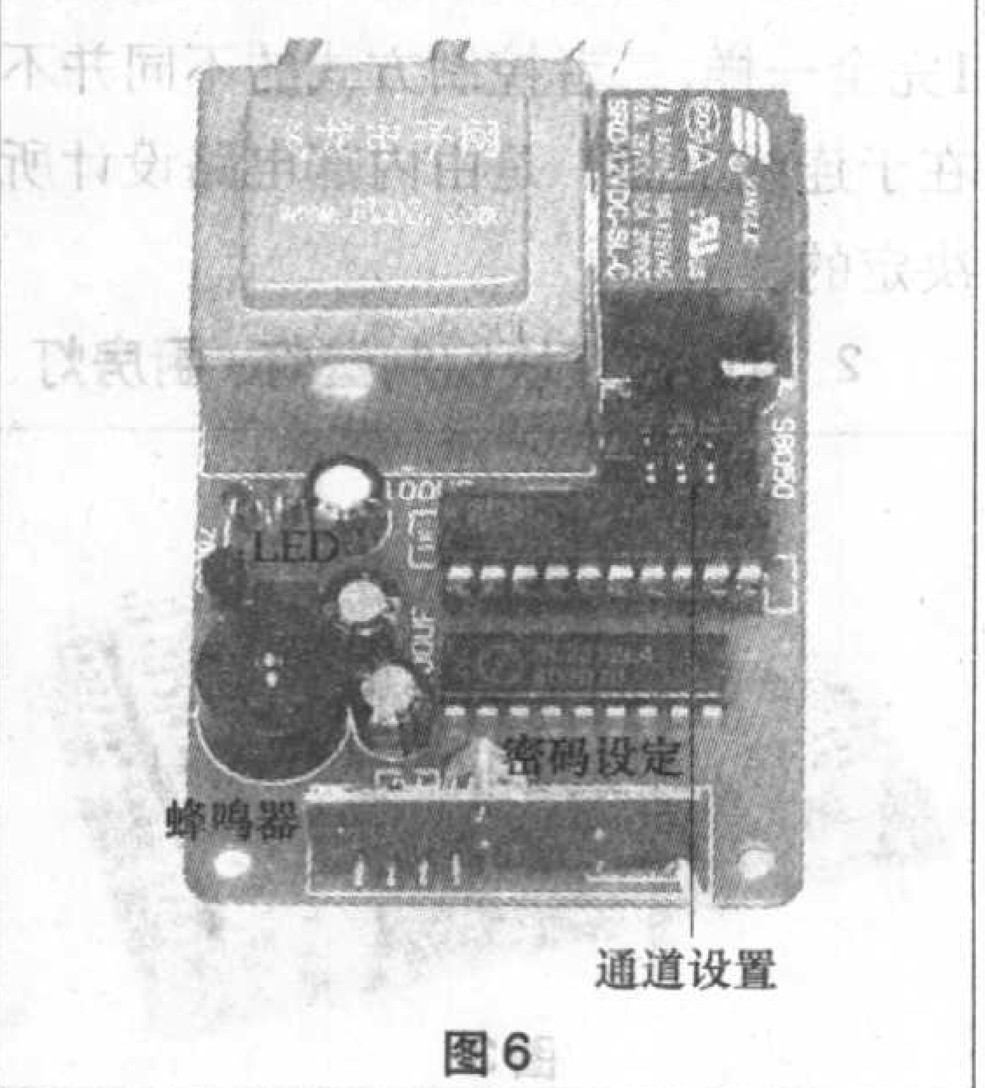


图6

图5和图6两种分散控制板都安装有通道设置开关，采用8421码进行控制，通道数等于4个开关的和，比如，要设置为7通道，就将“1”、“2”、“4”这三个开关都置于ON位置，将开关“8”置于OFF位置，1＋2＋4＝7，就是第7通道，这样设置后，当按下遥控板上面的“7”键，与该接收板连接的灯泡就会工作。

图5和图6两种分散控制板的使用方法是：将两根绿线接220V交流电源，两根白线接负载。接着选择工作模式：如果戴上标有“M”字样的跳线帽，工作在触发翻转模式，如果不戴，工作在非锁存模式，一物两用。最后选择工作通道：板上有标有8、4、2、1的四个跳线帽，选择的通道等于戴上跳线帽数字的和，例如：选择接收板对应12键遥控器的第10号按键，您只要带上8和2跳线帽，4和1不戴即可；如果选择4号按键您只要带上4跳线帽即可。

图7是将图6所示的电路板安装在墙壁上开关盒里的照片，这对于已经安装了线路的家庭进行局部装修十分有用。这种遥控开关盒直接采用220V交流供电，方便快捷，并且外形兼容常见的86型开关盒，可以方便改造。它还采用240V/7A的继电器输出，可以轻松控制1000W以内的负载，有单片机抗干扰设计，允许控制电机、电子节能灯、电视机等负载。控制板动作输出时有声光指示，例如：继电器吸合后，蜂鸣器会发出“嘀”的一声，继电器断电后，蜂鸣器会发出“嘀、嘀”两声。

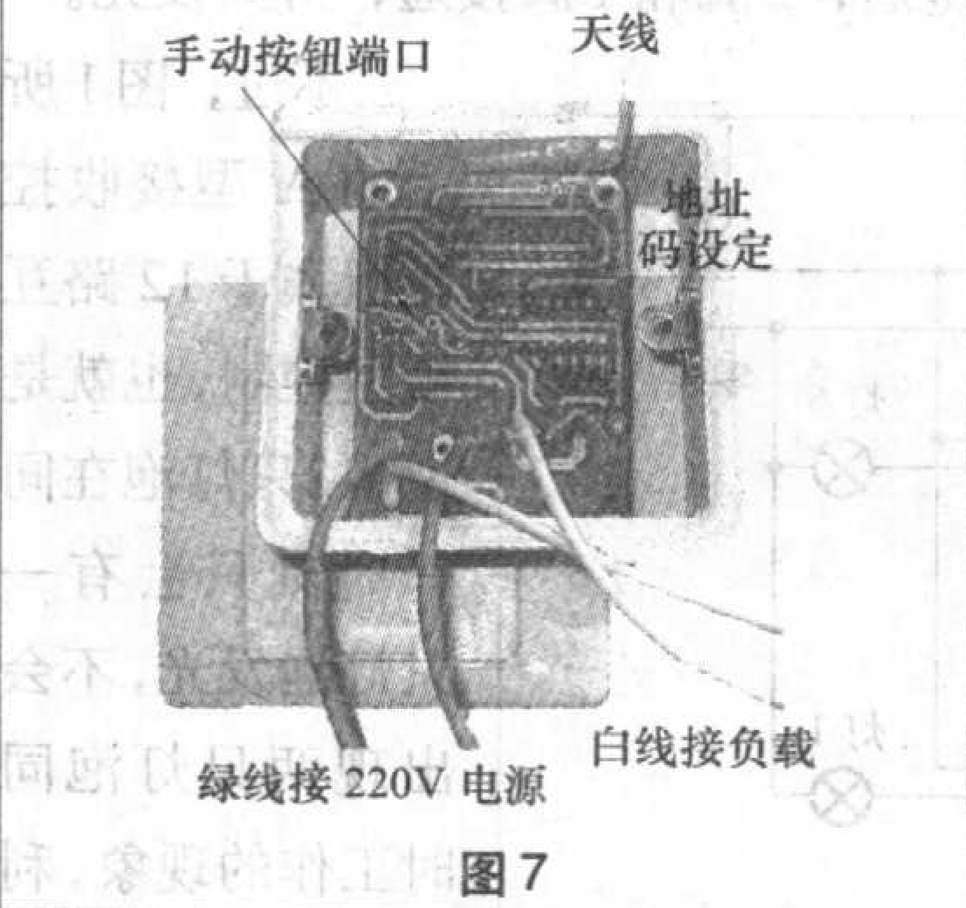


图7

二、用编码模块控制其他电器

笔者前面主要以家用照明器具为例介绍了无线编码遥控模块在家庭装修中的应用，事实上，我们完全可以将这种模块应用于家庭其他电器设备，下面再简要介绍几种应用实例。

1.饮水机控制

用无线遥控模块控制家庭电热纯净水饮水机，你可以在清晨还没有起床的时候躲在被窝里打开饮水机的电源，等你起床之后，水已经沸腾，你可以沏一杯淡淡的绿茶，或者是冲一杯咖啡，让你一天都有好的心情。

笔者采用的是一种四路的无线编码遥控模块控制电热饮水机，图8是这种模块的实物照片，图9是配套的四键遥控器，这种遥控器十分小巧，可以直接挂在钥匙扣上随身携带。当然，四路遥控器只用其中一路来控制饮水机。

尽管这种四键发射器只有100m

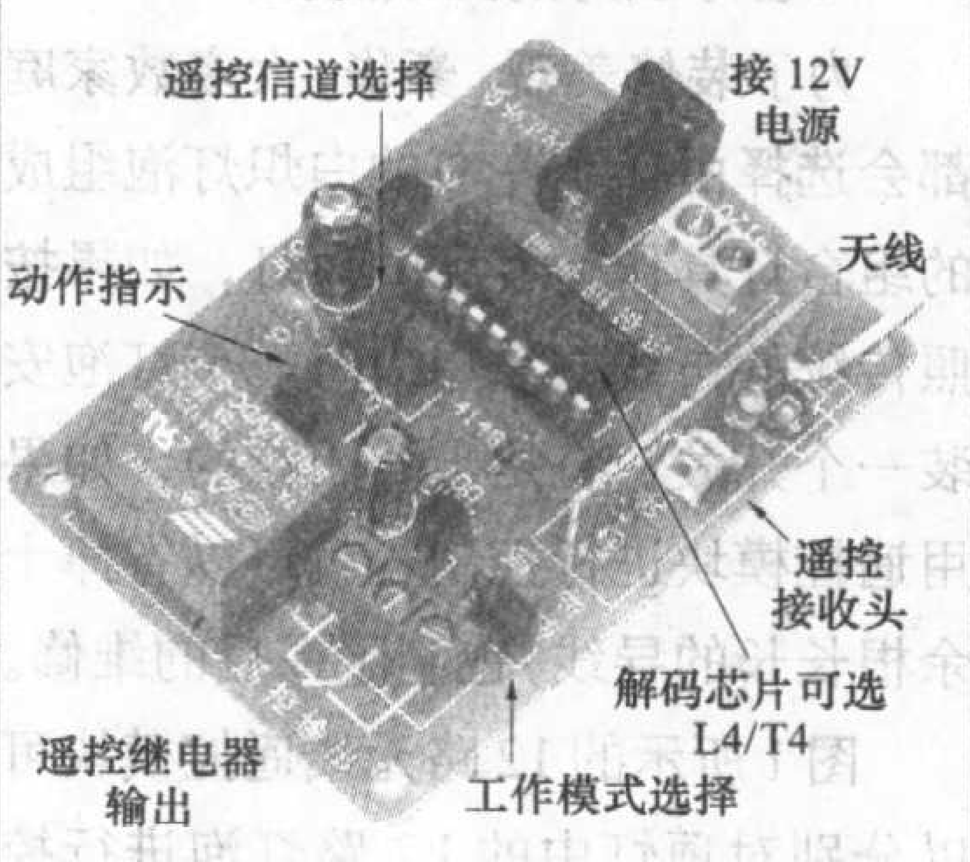


图8

图9

充电应急灯的制作

文/丁德勤

电路工作原理：如图1所示市电220V交流电压经变压器T1降压、VD1、C1整流滤波得到平滑的脉动直流电，通过限流电阻R1给蓄电池充电，R1上产生的压降使VD2发光，当蓄电池充满时，VD2熄灭。电源对蓄电池作浮充充电不会产生过充电现象。VT1、T2、C3、C4、C5、R3组成高频自激振荡逆变电路，L3输出的高频脉冲电压点亮日光灯。C4、C5用来吸收振荡过程中的高频谐波以改变输出波形，防止击穿VT1。开关S2扳至“2”时VT1偏置电流增大一倍，同时L3感应的电压增加一倍，点亮H1、H2灯管。

元器件选择与制作：E选用6V/4Ah。R1为12Ω/3W电阻。VT1选用3DD15C或D882，β≥120。C6选用0.22μF/400V。H1、H2灯管为6W。T2选用6mm×8mm铁氧体，L1绕28圈、L2绕14圈后加两层绝缘纸，L3绕550圈，均用高强度漆包线绕制。S1为小型钮子开关。S2-1、S2-2为双刀双掷微型开关。其他元器件无特殊要求，按图中标注参数选择。本电路频率约25kHz。在磁柱中间应加一层胶带纸，防止磁饱和，以提高能量转换效率。应急灯工作时，请勿和中波收音机靠近，以免干扰。因电路没有设置蓄电池过放电保护电路，请及时充放电。图2为印制电路板图。

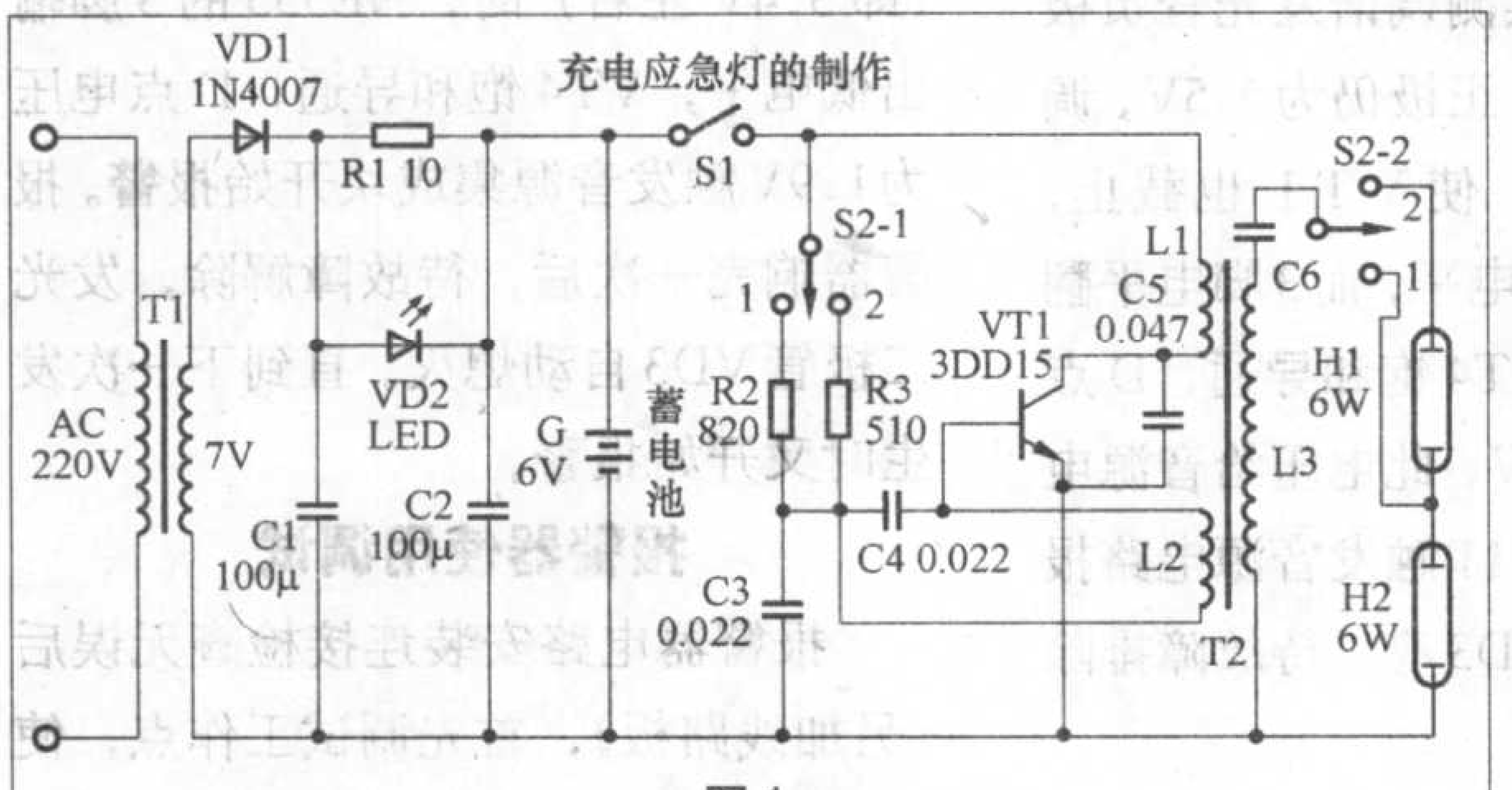


图1

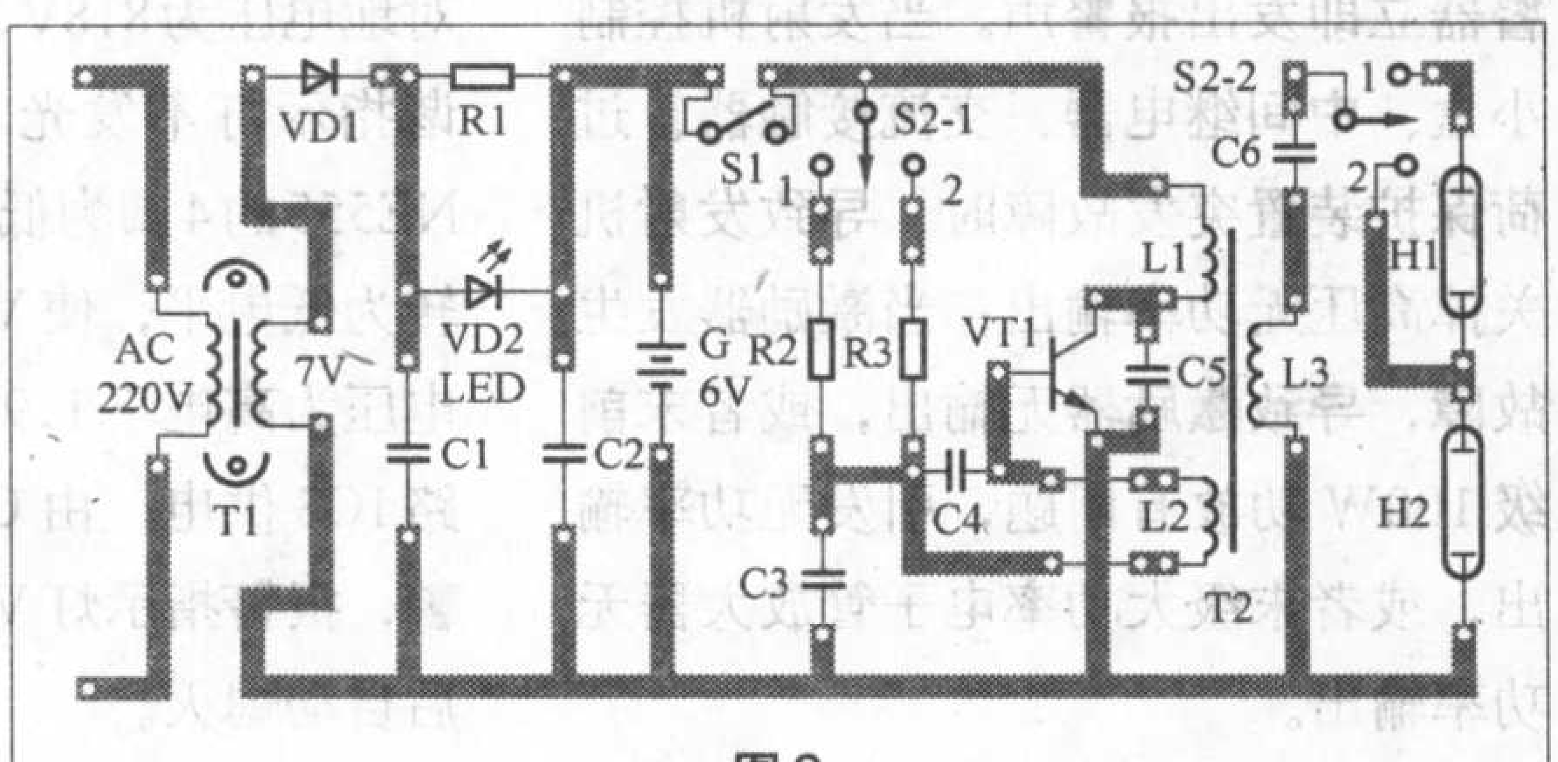


图2

的有效控制范围，但是用于家庭装修控制已经绰绰有余了。

2.控制电视机电源

绝大多数的彩色电视机都有遥控关机功能，而这种关机称为直流关机，电视机内部的电源并没有彻底断开，其中的遥控系统仍然处于工作状态，不仅白白浪费很多电能，还会因待机时间长、夜间电压升高或者突然雷击等原因造成电视机损坏，所以很多电视机用户都会在遥控关闭电视机后手动关闭电视机电源开关，或者拔下电视机的插头，彻底断开电源。

我们完全可以将图8所示的无线编码接收板安装在电视机使用的墙壁插座盒内，遥控关闭电视机后再用无线编码遥控器彻底关断电视机的交流电源，保护电视机、降低电能消耗的同时，也不会让你在寒冷的冬天钻出被窝按电视机电源开关了。让你真正感受科技带给你的实惠。

你可以用上面介绍的四路遥控器的其中一路来控制电视机电源。

3.控制路灯

用无线编码遥控模块在装修的时候可以安装一个无线遥控楼道灯。由于楼道上面没有路灯开关，其他人无法打开你的路灯，这样可以避免别人忘记关闭路灯而浪费电能，路灯只会为你服务。四键遥控器的其中一键随时可以供你打开路灯，再也不会发生晚上有钥匙却找不到锁孔的尴尬了。

4.控制音响的电源

大多数中低档功放、均衡器都没有遥控功能，笔者便利用前面的四键遥控器剩下的一路来控制整个家庭影院的电源。夜晚，你可以先打开客厅的音响，来一首蔡琴的老歌，然后躺在床上，一边看书，一边欣赏美妙的音乐，睡觉的时候用无线编码遥控模块关闭音响中心的电源，是不是特别舒坦？

以上仅仅是对无线遥控编/解码模块应用的简单介绍，要了解无线遥控编/解码模块更多的应用实例，请查询相关资料，或者登录http://www.FLDZ.com/xg/100m.htm。模块使用的PT2262/PT2272集成电路的资料，可以去普诚公司的官方网站http://www.princeton.com.tw下载相关技术文档。

调频接收机
加装无载频、无音频报警装置

文/韩照训

为了及时监听信号源传输质量和调频发射机运行状态，确保调频发射机高质量、不间断的运行，我们在调频监听接收机中加装了无载频、无音频报警系统。此项改造对调频广播系统信号的传输和调频发射台的发送有较高的实用价值。电路图见附图。

报警系统的功能

1. 无载频报警。出现下述情况报警器立即发出报警声。当发射机控制小盒、中间继电器、交流接触器、过荷保护装置突发故障时，导致发射机关掉高压无功率输出；当激励器发生故障，导致激励器无输出，或者末前级100W功放有问题，引发无功率输出，或者末级大功率电子管放大器无功率输出。

2. 无音频报警。本台信号源或传输中心若出现问题，导致无音频信号输入到发射机，或者激励器音频处理器发生故障，故障发生25s后，此报警器就会发出报警。

报警器工作原理

NE555通过接受取样电平的变化而使输出端发生变化，从而触发音源电路而报警，音频中断延时由R4和C8的充电时间常数决定，延时时间约为1.1RC (s)，可以通过改变RC的数值来改变延时时间。在这里R4=220kΩ，C5=100 μF，延时时间约为25s，时间设置短了，会因音频信号存在停顿而导致无音频误报警。

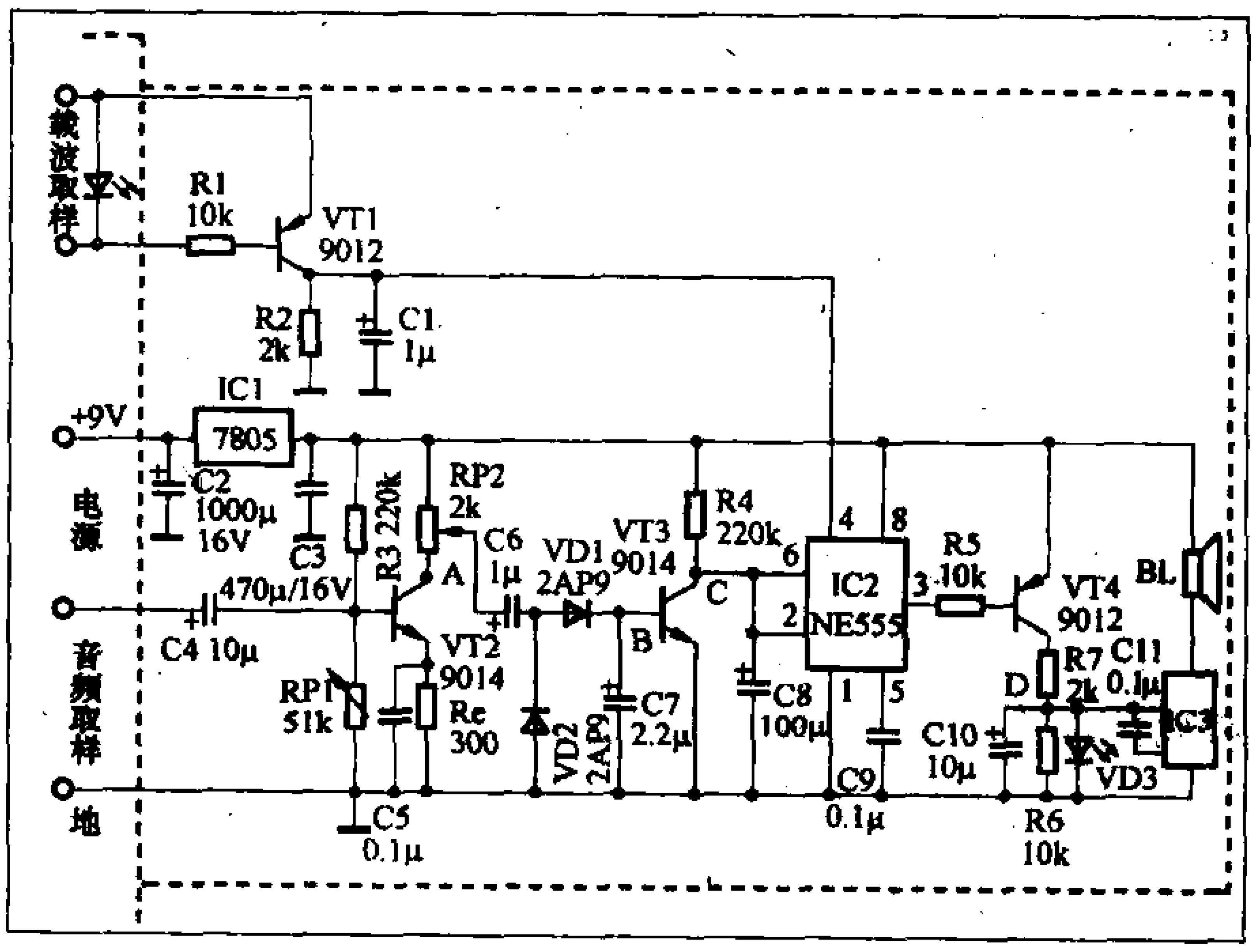
1. 无载频报警

当发射机输出正常，接收机在此发射频率上接收，调谐指示灯发光，经测接收机的发光管正极对地电压为+5.5V左右，负极对地电压为+3.7V左右，此电压使VT1导通，集电极输出为高电平（+5V左右），此电平加到NE555的4脚复位端，这时3脚输出为高电平，VT4截止，D点的电压为低电平（0V），音源集成块IC3（拆自音乐门铃）得不到供电，报警扬声器BL不发出报警信号。当发射机无功率输出或关掉高压时，实测调谐发光管负极对地电压为8.8V，正极仍为5.5V，调谐指示灯不发光，使VT1也截止，NE555的4脚为低电平，而3脚电平翻转为低电平，使VT4饱和导通，D点电压为高电平1.9V，此电压给音源电路IC3供电，由C11触发音源电路报警，报警指示灯VD3亮，待故障排除后自动熄灭。

2. 无音频信号报警

发射机在正常工作下，输入音频信号加至C2上，音频信号经VT2进行音频放大，放大后的音频信号经C5加到VD1、VD2、C7上进行倍压整流，调整启控灵敏度电位器RP2，使B点电压为0.6V左右，保证VT3饱和导通，使集电极C点电压为0V，NE555的3脚输出为高电平，从而VT4处于截止状态，使D点电压为低电平，音源集成块无供电，报警器不工作，说明音频信号正常发射出去。

当发射机载频输出正常而无音频信号时，包括前站信号源中断、台内信号源中断及发射机激励器音频处理有故障，导致调制器无调制信号输入，或者输入的音频信号很小时报警器音频放大级VT2无音频输出，BL上无音频输出电平，导致VT3截止，C点上电平由+5V电源通过R4给C8充电，当充至2/3V_{DD}（即3.4V左右）时，NE555的3脚输出低电平，VT4饱和导通，D点电压为1.9V触发音源集成块开始报警。报警器响完一次后，待故障解除，发光二极管VD3自动熄灭。直到下一次发生时又开始报警。



报警器使用调试

报警器电路安装连接检查无误后（另加线路板），首先调试工作点，使其能正常工作。先断开音频取样信号，先测量音频放大器直流工作点，调整电位器RP1使A点的电压为1/2V_{DD}（2.5V左右），然后再调整电位器RP2使B点的电压接近0V，当音频信号恢复后，再微调RP2使B点电压升到0.6V饱和导通电压即可。

感应保护型安全电源插座

文/解永勃

实际生活中，由于拔插电源插头不慎触及到插头的金属部分，造成人身伤害或受到电击的事故时有发生，为了保证用电安全，我们在原先的电源插头与插座之间制作了一个控制电路，能够在人手接近插座（约5cm～6cm处）时，自动断开插座的内部电源，而在人手离开插座后，又自动恢复插座内部的电源连接，无需人做任何操作，简单方便而实用，可以说它是一种具有“傻瓜型”安全保护功能的新型电源插座。该插座的原理框图如图1所示。

工作原理

安全电源插座的电路原理图如图2所示。平时，结型场效应管VT1处于零偏状态，其漏、源之间的电阻较小，与漏极D相连的集成运算放大器IC（电压比较器工作方式）的同相输入端 $V+$ 电位也较低。将反相输入端 $V-$ 电位用电位器RP1调至稍高于 $V+$，这样，$V+ < V-$，运放输出端 $V_O = 0$，晶体管VT2截止，继电器K不动作。因此，两组动片连接的220V市电与零线均分别正常接通常闭点连接的电源插座，电源指示灯LED点亮。

当拔插电源插头（指用电设备，见图1右侧部分）时，场效应管栅极G就会首先感应到人体的电信号，这时漏、源之间的电阻值增大，使 $V+ > V-$，运放输出端 V_O 由0变为1，VT2导通，继电器K立即吸合，两组动片均与常开点相连，而使常闭点连接的电源插座处于断电状态，电源指示灯LED熄灭。这样，即使人手触及到插头的金属部分也不会触电。C3作用为缓冲杂波干扰和积累一定的势垒电压，以提高继电器K吸合时的灵敏度。

当插头插好，人手离开插座以后，场效应管感应不到人体的电信号（或感受度不够），电路就又恢复到正常工作状态，继电器重新释放，动片连接的外电源及零线再次提供给常闭接点连接的电源插座。

元器件的选择及制作

场效应管VT1选用3DJ6或3DJ7，栅极G可焊接一个面积约 $1cm^2$ 的薄金属片，以增加感应效果。

直流继电器K应选用两组触点的，且触点额定负载应≥220V/3A为好，以满足一般电器需要。

其他元器件参数可参见图中标示。

本例中，场效应管漏极D电位即 $V+$ 平时约0.8V，$V-$ 约1.8V，而感应距离（继电器K吸合）在5cm～6cm。由于场效应管是靠导电沟道的宽窄来控制电流大小的，易受环境（噪声、温度等）影响，在漏、源之间并联上一只电容C2后，可以使漏极电压的脉动成分减小，以提高它的稳定性。

实测中，应根据感应距离（手为被感应源，继电器K吸合为标志）仔细调节 $V-$ 电位（改变电位器RP1的滑动端位置），做到既能使继电器K稳定吸合，又不要过于灵敏而产生颤动为宜（大约在6cm～7 cm）。

场效应管的位置，应尽量远离其他元器件，避免或减少电磁干扰，应将其置于边侧或上方为好，并确保插头在距离插座5cm～6cm时，继电器K的可靠吸合。

正常工作时，整机电流约10mA～15mA左右。

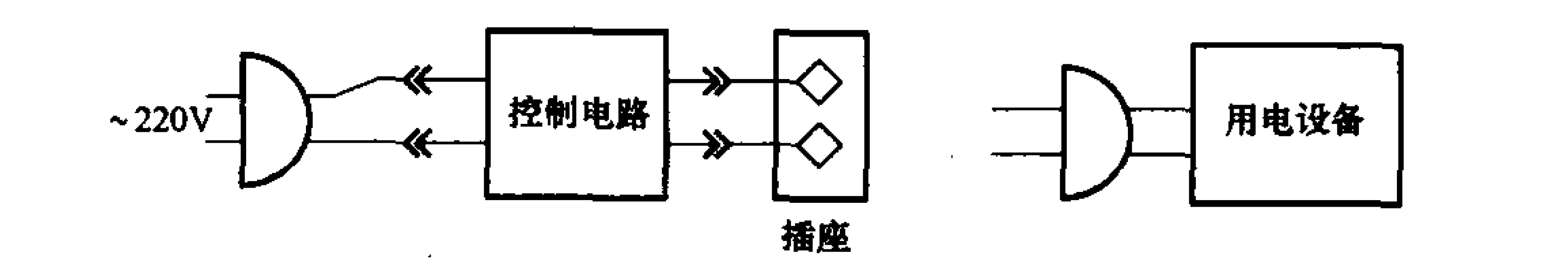


图1

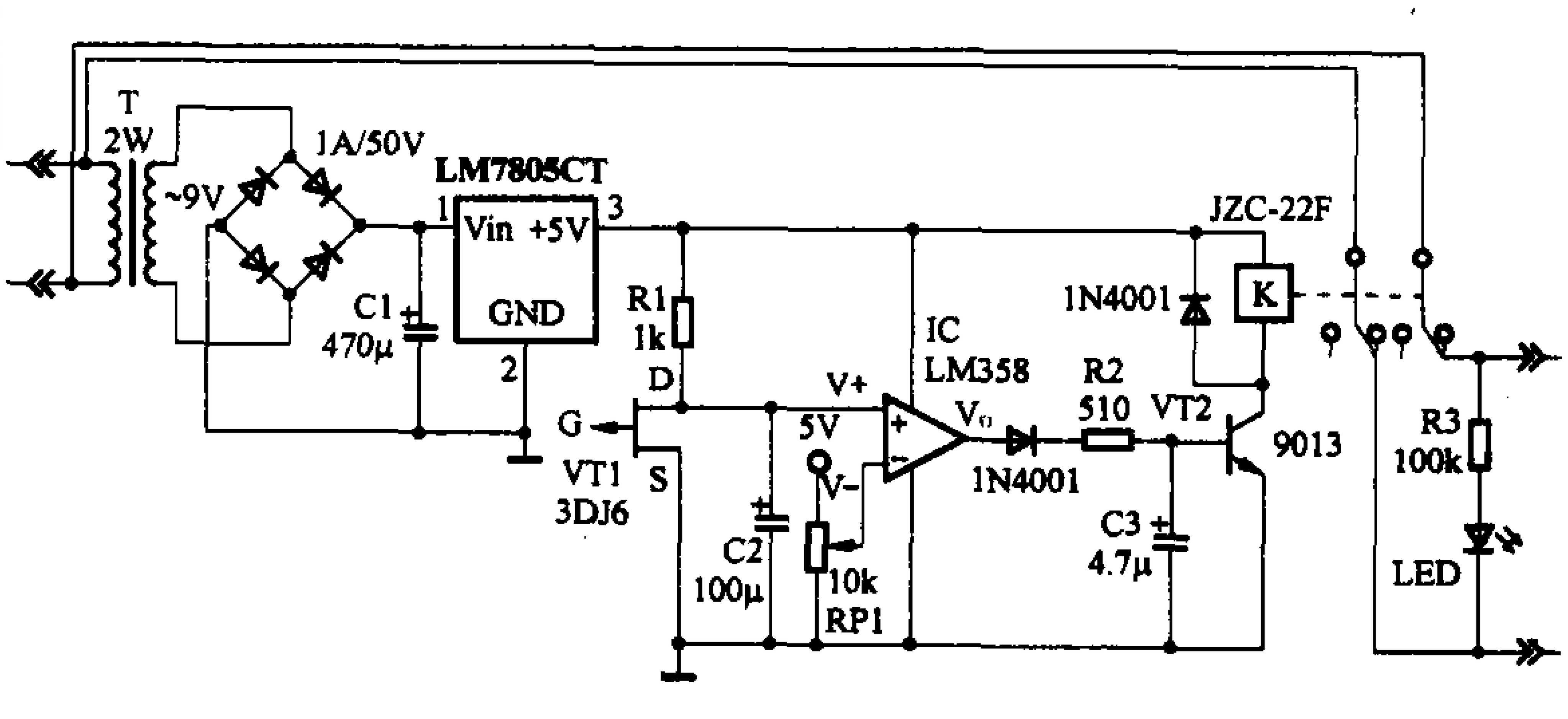


图2

酒后驾车报警器

文/门 宏

酒后驾车十分危险，交通安全法规严格禁止。酒后驾车报警器能够自动检测驾车者是否饮酒，如检测到驾车者已饮酒即发出强烈的声光报警，提醒驾车者不能开车，也提醒同车人员劝阻饮酒者开车，以确保安全。

一、电路工作原理

酒后驾车报警器电路如图1所示，由酒精气敏传感器、射极跟随器、电子开关、多谐振荡器和声、光报警电路等部分构成，图2为其原理方框图。

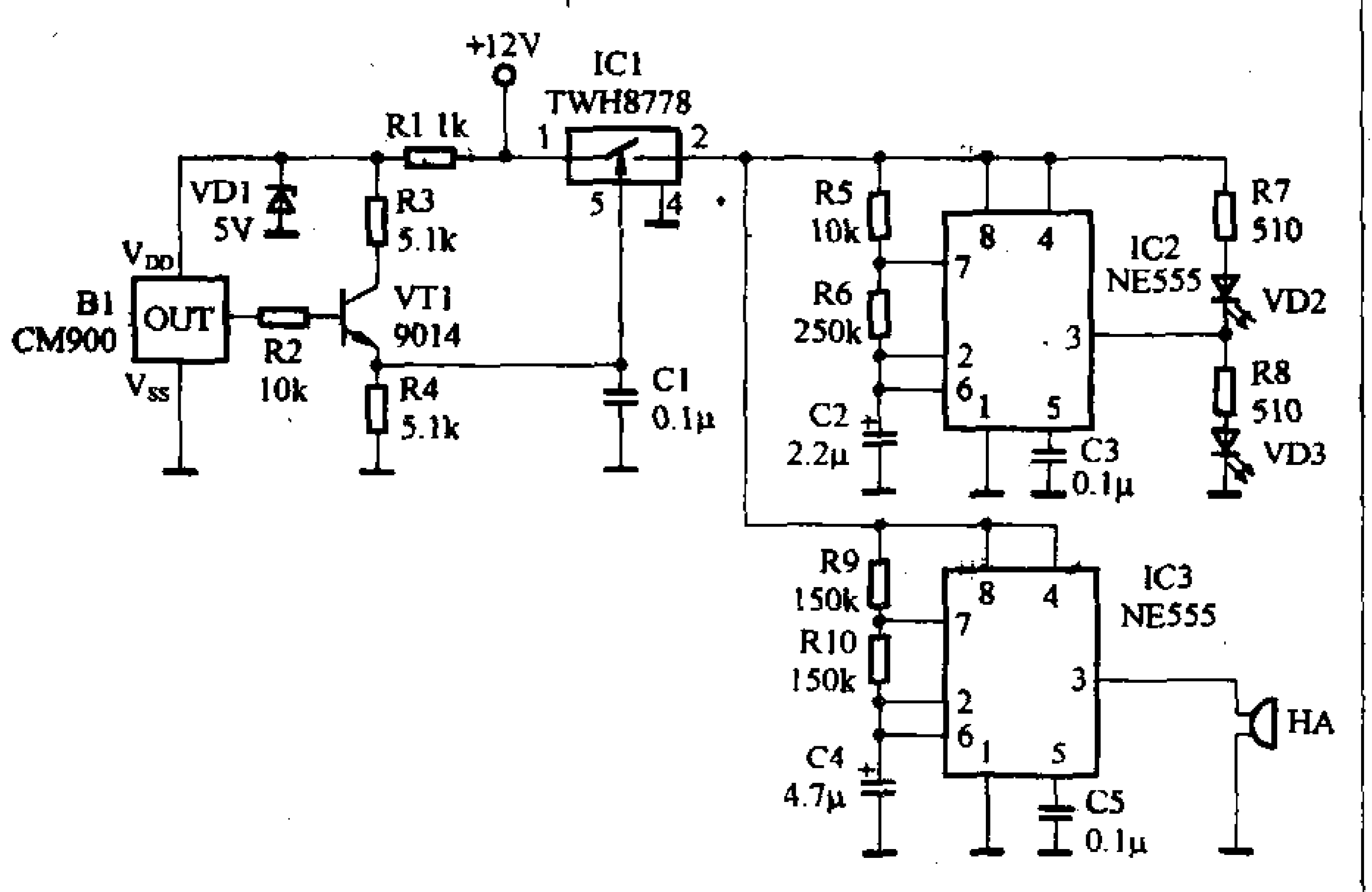


图1

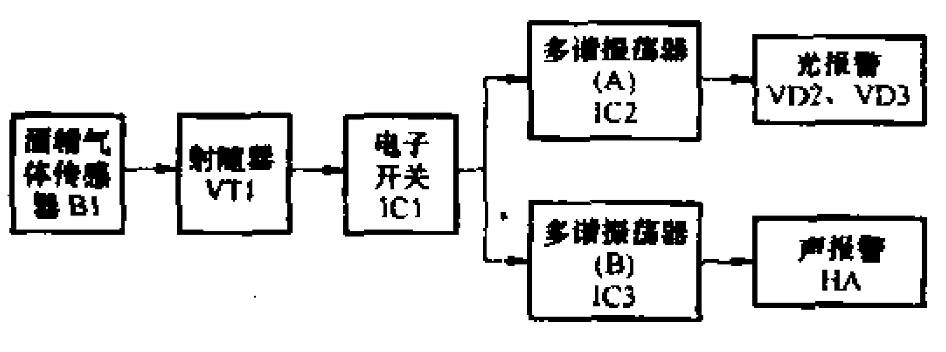


图2

B1为酒精气敏传感器CM900，其输出端电压会随着环境中酒精气体浓度的增加而升高。晶体管VT1构成射极跟随器，以提高B1传感器的输出负载能力，缓冲后续控制电路对传感器的影响。平时，传感器B1输出端电压为“0”，VT1截止，射极跟随器输出也为“0”，后续电路不工作。当有饮酒者在其近处时，传感器B1感受到周围环境中的酒精气体分子，其输出端电压随即上升，VT1射极输出电压也同步上升，当该电压达到电子开关IC1的开启电压时，IC1接通声、光报警电路的电源，发出声、光报警信号。由于B1的工作电压为 5V，因此将汽车12V 电源经R1降压、VD1稳压为5V后作为B1和VT1的工作电压。

IC1为高速电子开关集成电路TWH8778，其5脚为控制极，控制电压约为1.6V，通过控制电压的有无即可快速控制后续负载电路的通断。当IC1的5脚无控制电压时，电子开关关断，1、2脚之间截止。当IC1的5脚有控制电压时，电子开关打开，1、2脚之间导通，+12V电压加至IC2、IC3使其工作。TWH8778内部包含有过压、过流和过热等保护电路，工作稳定可靠。

IC2及其外围元器件组成光报警电路。IC2采用NE555时基电路构成多谐振荡器，电子开关IC1导通后，+12V电压通过R5、R6向C2充电，IC2输出端3脚为 +12V。当C2上所充电压达到2/3*Vcc*时，电路翻转，IC2输出端3脚变为 0V，同时7脚导通，C2上电压经R6向7脚放电。当C2上电压下降至1/3*Vcc*时，电路再次翻转，输出端3脚又变为 +12V，同时7脚截止，+12V电源又重新开始通过R5、R6向C2充电。如此周而复始形成振荡，IC2的3脚输出周期约为800ms的方波。IC2的3脚对电源和对地分别接有发光二极管VD2和VD3，当3脚输出为 +12V时，VD3获得工作电压而发光。当3脚输出为 0V时，VD2获得工作电压而发光。综合效果是VD2与VD3在以0.4s的间隔轮流闪烁，图3为其工作波形图。

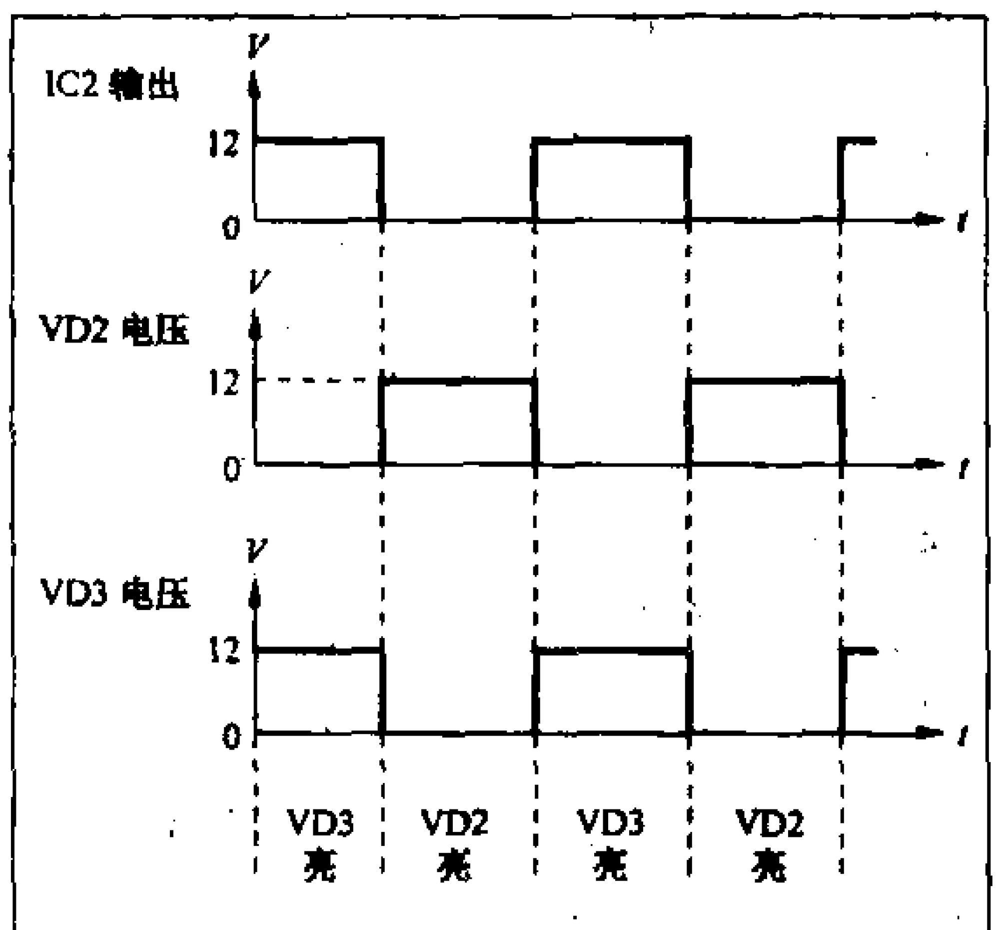


图3

IC3及其外围元器件组成声报警电路。IC3也构成多谐振荡器，但R9与R10阻值相等，C4充电时间（经过R9、R10）是放电时间（只经过R10）的两倍，IC3的3脚输出的是不对称方波。当3脚输出为 +12V时，自带音源讯响器HA发声。当3脚输出为 0V时，自带音源讯响器HA停止发声。综合效果是讯响器响1s、停0.5s、再响1s、再停0.5s……

二、制作与调试

印制电路板图如图4所示，B1选用CM900或其他型号酒精气敏传感器。VD2、VD3选用直径10~15mm的大型高亮度发光二极管，一个为红色，另一个为蓝色，当它们轮流闪烁时酷似警灯，以提高警示效果。也可根据自己喜好选用其他颜色的发光二极管。HA选用12V自带断续音源的讯响器，报警效果为“嘀、嘀、嘀、嘀”（停0.5s）“嘀、嘀、嘀、嘀”（停0.5s）……警示效果较好。也可选用自

镍氢电池容量筛选系统

文/刘春梅 曹 文

工包（工业包装）镍氢电池封装简陋，一般也没有标明厂家及商标，不过凭借其低廉的价格却也在市场上站稳了脚跟。但是，工包电池在生产时由于缺乏必要的检测措施，因而单体电池间容量参差不齐。如果将实际容量差别悬殊的电池组合使用，电池组的有效放电时间则会大幅缩水。为了延长电池组的有效放电时间，我们就必须对一定量的工包镍氢电池进行容量筛选，以获得容量基本一致的单体电池。

业余条件下直接用低压小灯泡对电池进行放电不失为一种可靠的方法，通过记录电池放电到灯泡熄灭时的时间差即可反映电池的实际容量大小。但这种纯手工的方法操作繁琐，而且电池的实际放电时间除了与电池容量有关外，同时还受到电池内阻等因素的影响。

对此，我们设计了一种性能稳定、成本低廉的镍氢电池容量筛选系统，其容量测量范围可以达到1999.9mAh，精度0.1mAh，几乎能够胜任目前所有的市售5号、7号镍氢电池容量测试，长期使用效果良好。系统的核心器件采用MAXIM公司生产的可编程可逆计数/定时器ICM7217对电池的实际放电时间进行测算，同时采用精密恒流放电电路以消除电池内阻的影响，因而能够准确测出单体工包镍氢电池的实际容量。

ICM7217作为电池容量显示电路见图1，镍氢电池容量的基本单位是1mAh，折合3600mAs。以360mA的电流对镍氢电池每放电1s，则相应能够得到360mAs（即0.1mAh）的实际容量，若以180mA的电流放电2s，则同样可反映0.1mAh的电池容量。据此，我们把5只共阳数码管中倒数第2只数码管的小数点接地，使其保持长亮，以指示0.1mAh的测试精度。第1只数码管的公共端通过小电阻直接接入+5V电源，b、c管脚与D触发器的$\overline{Q}$端相连。当系统启动复位时，$\overline{Q}$输出高电平，故最高位数码管无显示。ICM7217作计数器使用时，可记录的

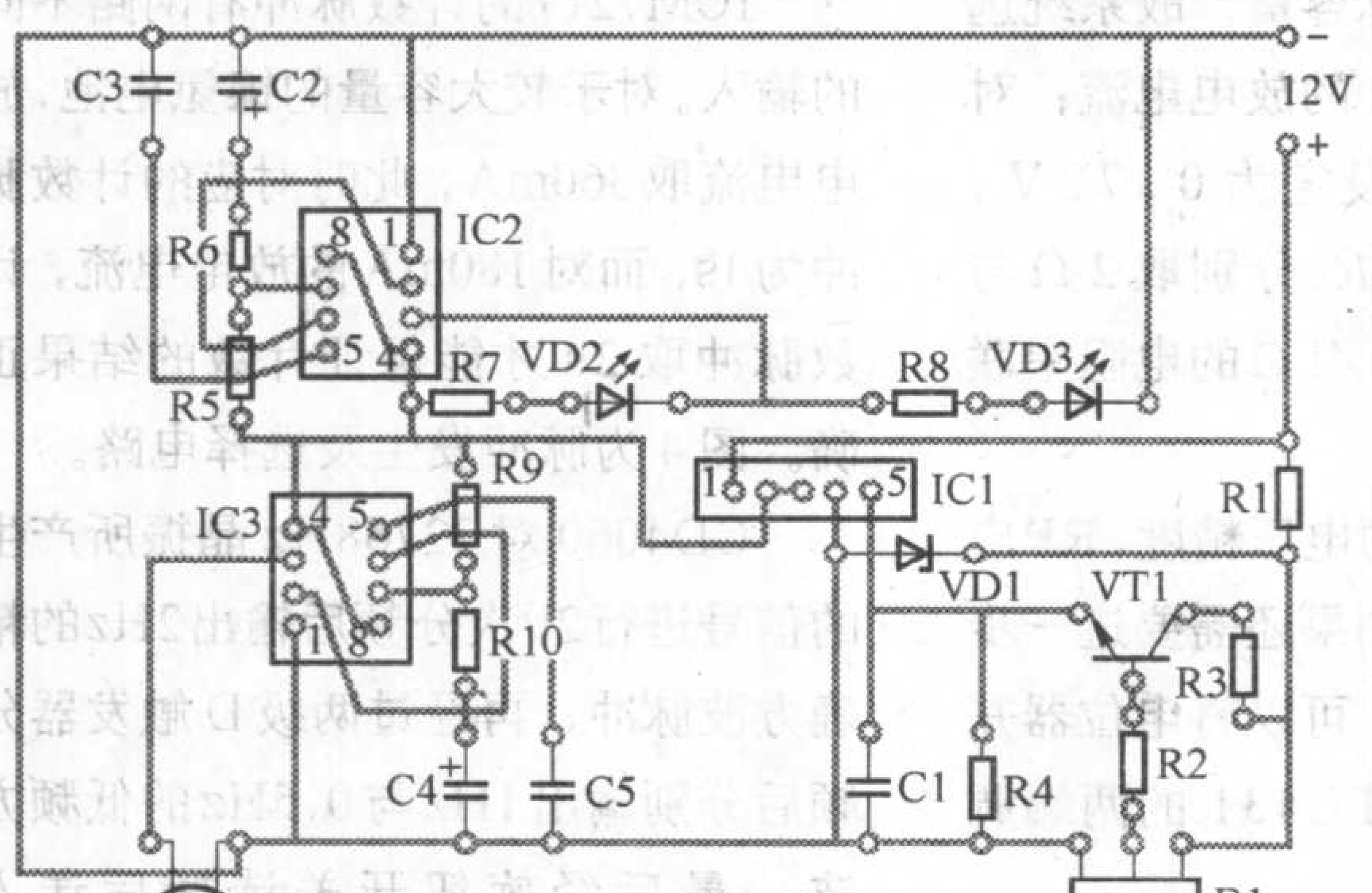


图4

带连续音源的讯响器，报警效果为“嘀——”（停0.5s）“嘀——”（停0.5s）……其余元器件如图1所示，无特殊要求。

整个报警器电路安装在一个由塑

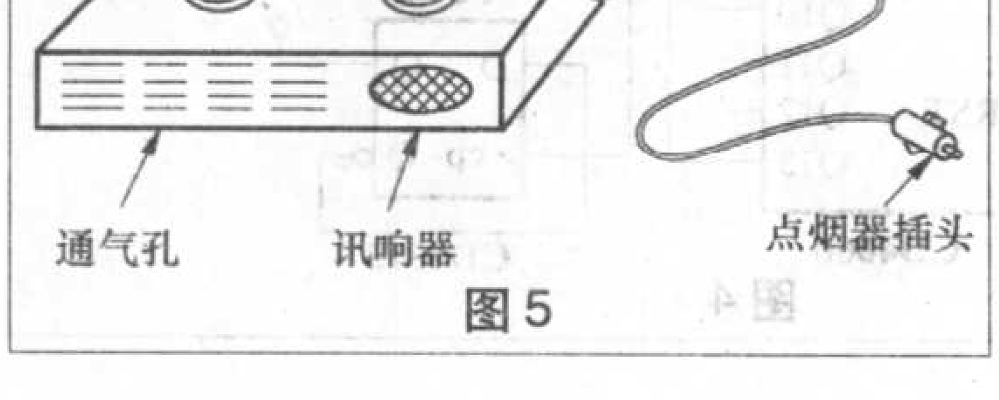


图5

料等绝缘材料制成的外壳中，外壳前侧面有通气孔和讯响器发声孔，顶部固定两个发光二极管，外形如图5所示。气敏传感器应紧贴前侧面通气孔固定，如图6所示，以便较好地感知环境中的酒精气体，提高检测灵敏度。由于TWH8778（IC1）控制极触发灵敏度很高，因此抗干扰电容C1应紧靠IC1的5脚安装。12V电源线连接一个

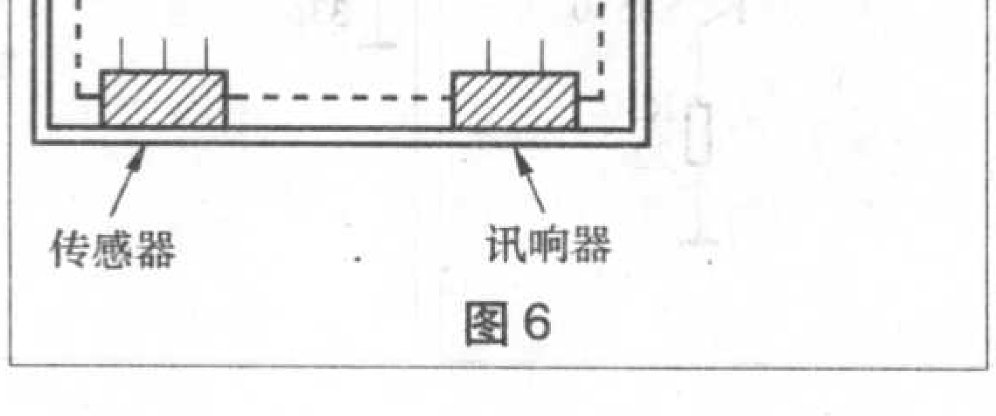


图6

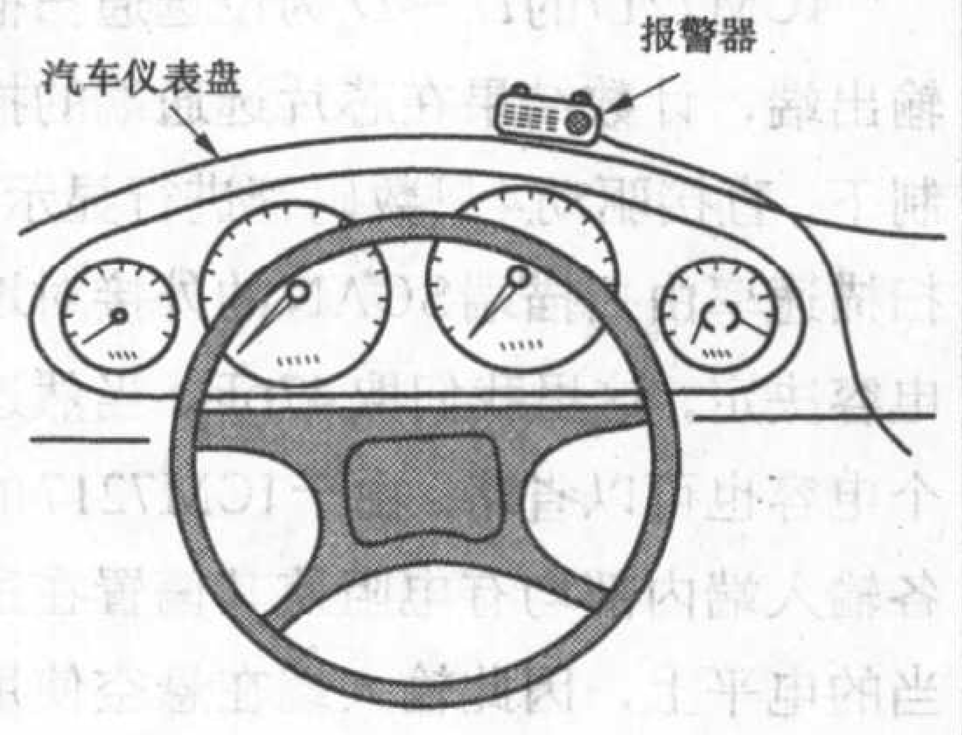


图7

汽车点烟器插头。

整机组装完成后，应调试检测灵敏度。首先给报警器接上临时12V电源，电路应不报警，如此时电路报警可增大R2使电路停止报警。然后喝一口白酒，在距传感器B1约0.8m处正常呼吸，调节R2使电路报警。R2越小检测灵敏度越高，但误报警可能性也大，应仔细调整。

调试结束后，如图7所示将报警器固定在汽车仪表盘上，电源线插头插入汽车点烟器。当酒后驾车者欲开车时，报警器迅即发出强烈的声、光报警信号予以警示。

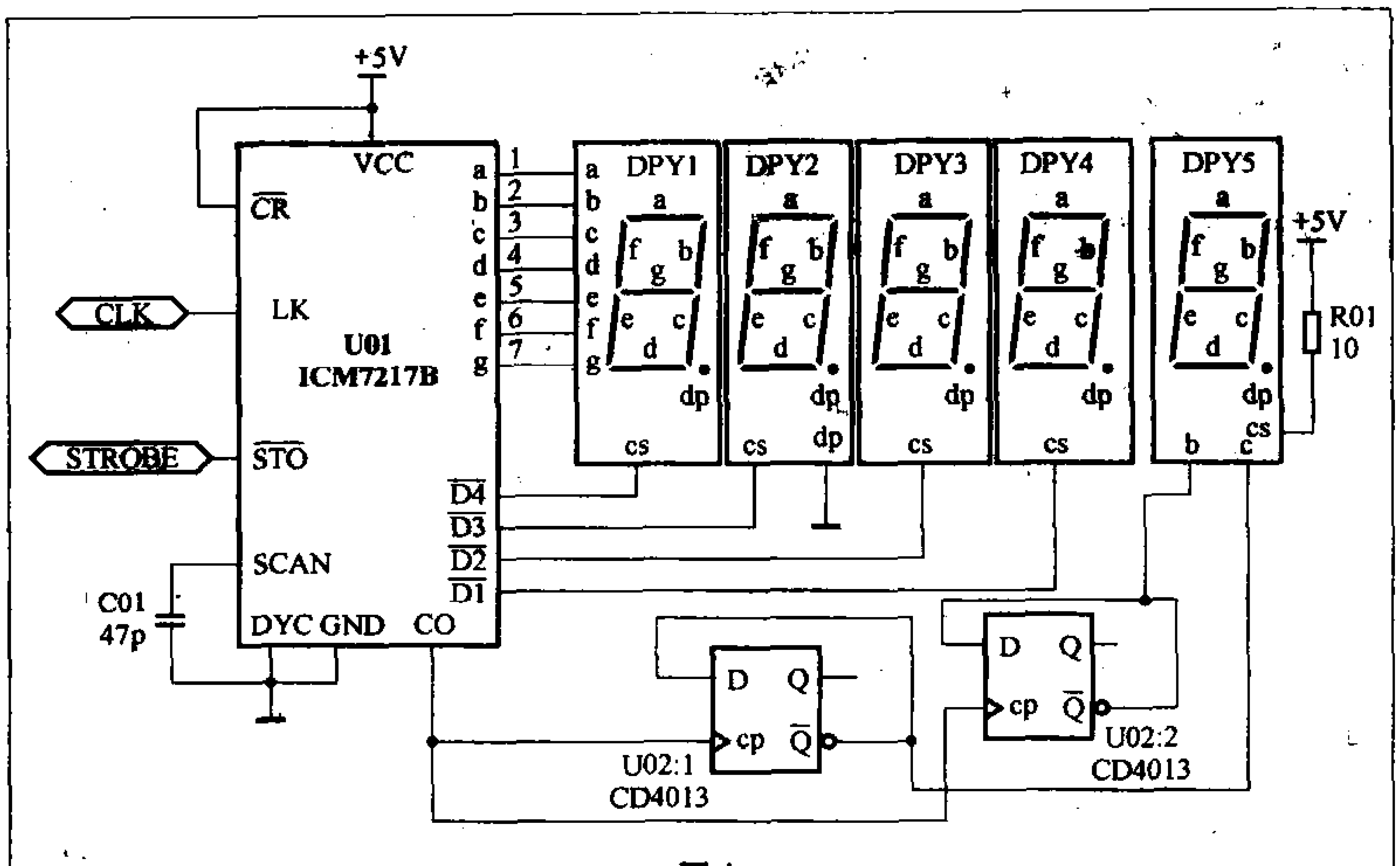


图1

最大值为9999，当计数脉冲超过9999时，进位端CO输出一个宽度为0.5μs的正脉冲使两个D触发器翻转，$\overline{Q}$输出低电平，分别点亮最高位数码管的b、c段以显示字符“1”从而完成了容量的进位显示。

ICM7217的$\overline{D}_1$~$\overline{D}_4$为位选通扫描输出端，计数结果在芯片选通端的控制下，直接驱动4只数码管进行显示。扫描速率由扫描端SCAN的外接对地电容决定，这里我们取47pF，当然这个电容也可以省略。由于ICM7217的各输入端内部均有电阻使其偏置在适当的电平上，因此输入端在悬空使用时与接高电平时的状态并不完全一致。除了图中注明外，ICM7217的其余输入端应全部悬空。

放电及检测电路如图2所示。图中的第1只运放接成电流负反馈形式，控制NMOS管IRF540N对单体镍氢电池进行恒流放电，放电电流为

$I_D=V_{REF}/R_S$

式中，V_{REF}由电阻分压获得，为确保电池能够遵循恒流值放电，V_{REF}的大小应低于单体电池的开路电压。如前所述，为了使ICM7217计数结果直接反映电池的实际容量，故系统选用360mA和180mA的放电电流；对此我们可将V_{REF}设定为0.72V，NMOS管源极电阻R_S分别取2Ω与4Ω，两者均由0.5W/1Ω的电阻串联得到。

为了达到一定的电压精度，RP应选用多圈电位器；如果还需要进一步提高电阻分压精度，可以将电位器并联在精密电压基准TL431的两端调节，如图3所示。

$\overline{STO}$为低时ICM7217正常刷新计数结果，当$\overline{STO}$跳变时锁定计数值。系统中，$\overline{STO}$与比较器的输出相连，当电池电压逐渐降

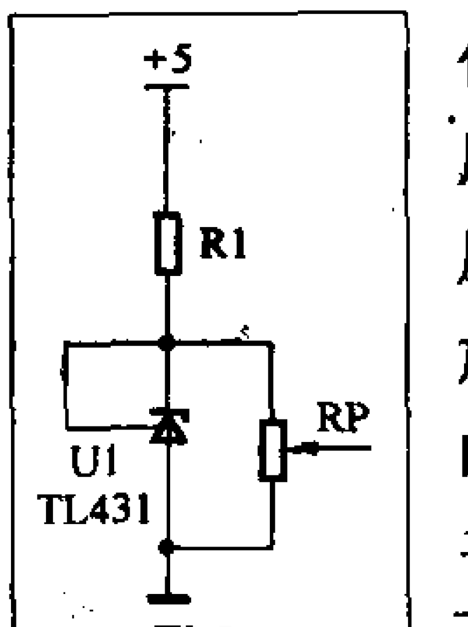


图3

低并进入放电的“马尾”阶段后，电池电压迅速下跌，在低于放电终止电压0.85V时，比较器输出高电平，加在ICM7217的$\overline{STO}$端，将目前的计数结果锁存，同时通过三极管驱动蜂鸣器报警，提示测试过程结束。但是，此时被测电池的放电进程仍然没有结束，被测电池会一直放电，直至端电压低于放电回路中的截止电压0.72V，NMOS管因不足以维持设定的恒流值而截止时，被测电池才基本停止放电。

考虑镍氢电池在停止恒流放电进程后，电池的端电压会出现一定幅度的回升，因而我们将比较器设计为施密特触发器形式，并取上限电压值为1.25V，以消除因电压波动可能引起ICM7217计数的重新启动。

ICM7217的计数脉冲有两路不同的输入。对于较大容量的镍氢电池，放电电流取360mA，此时对应的计数脉冲为1s，而对180mA的放电电流，计数脉冲取2s才能保证计数的结果正确。图4为脉冲发生及选择电路。

CD4060对32768Hz晶振所产生的信号进行2^{13}次分频后输出2Hz的精确方波脉冲，再经过两级D触发器分频后分别输出1Hz与0.5Hz的低频方波，最后经旋钮开关选择后送入ICM7217的CLK端启动计数。

该系统是一个典型的模数混合电路，但需要进行参数调整的元器件并不多。其中，放电电流的调整由RP20

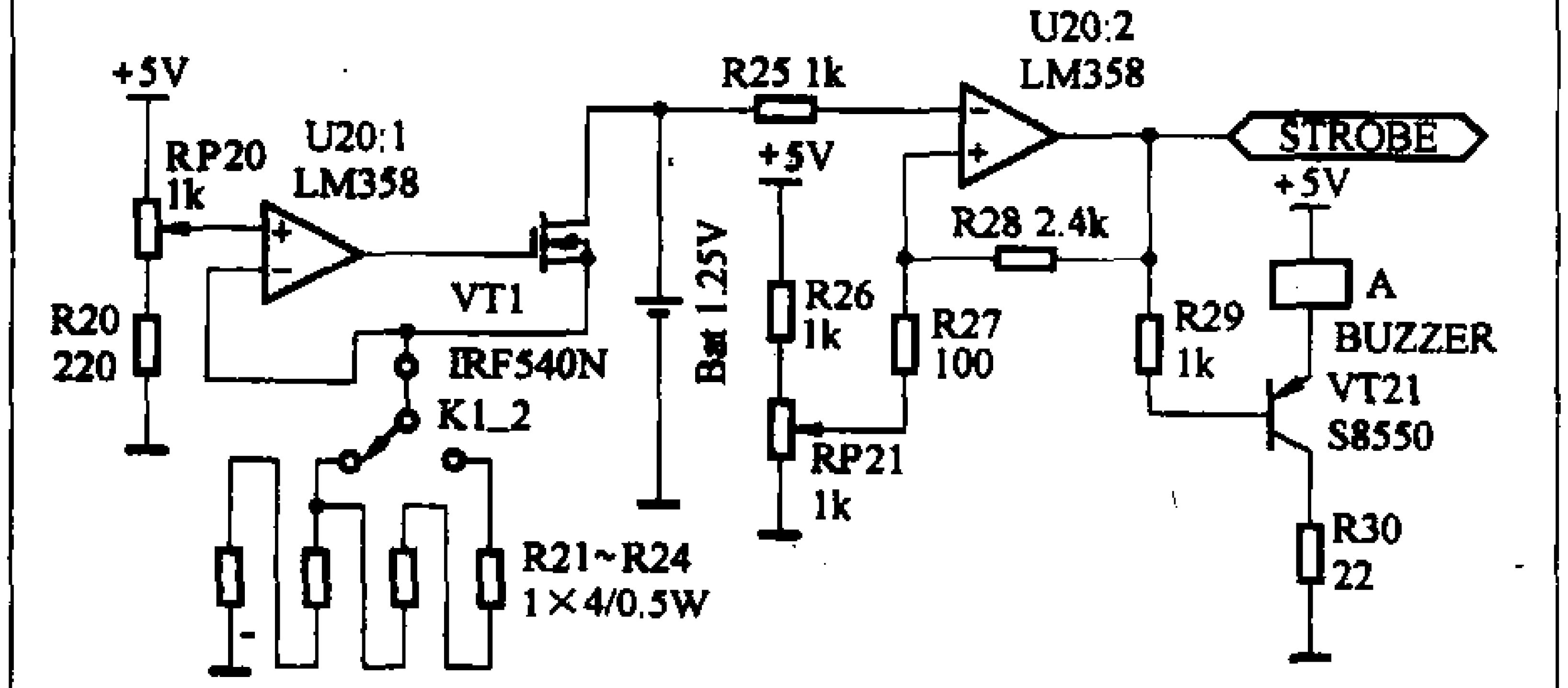


图2

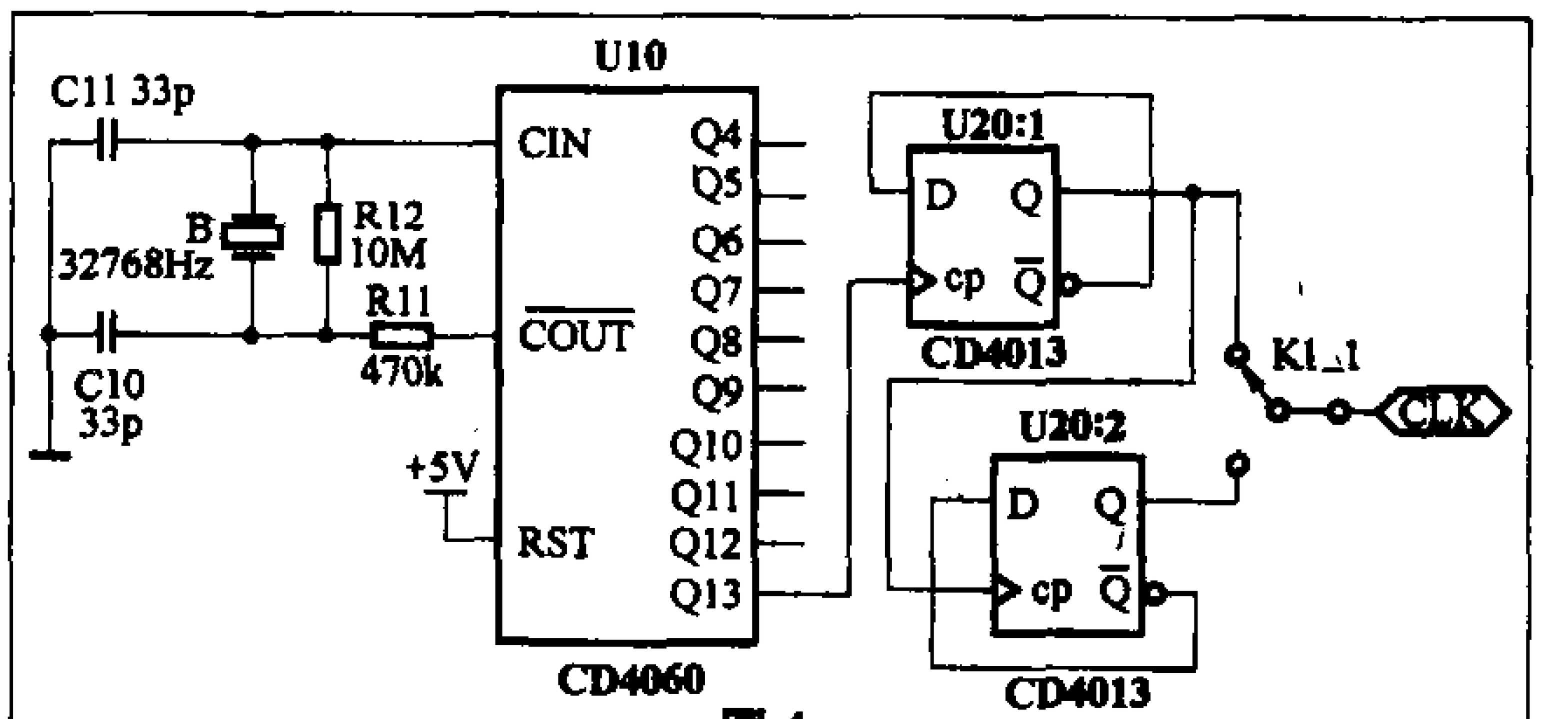


图4

业余音箱制作系列(8)

做一对古典式的音箱(下)

文/乔小兵

上一期咱们说了LS 3/5a的历史及有关自己动手打造DIY版LS 3/5a的思路。这一期，我把这个话题接着说完。

咱们先来看看套件中都有些什么特点。您如果有这方面的能力，可以按照附表给出的菜单采购元器件和配件。

关于箱体，上期中我们大致地说了说，这期主要把重点放在扬声器单元上。扬声器发不出满意的声音，再好的箱体也无济于事。

原厂LS 3/5a的单元，在那个年代，可以说是十分出色了。但是今天再回过头来看，由于当初受到技术条件的限制，设计师为了追求较高的灵敏度，把中低音扬声器的振膜设计得比较轻。这样做，虽然适用于密闭式箱体并照顾到灵敏度，但是舍去的却是大部分发烧友所向往的低频瞬态与低频控制力。

我开发这一组套件，首先遇到的挑战就是中低频扬声器单元。笔者采用了最笨的方法，就是把按照基本理论初步设计、制作好的扬声器单元安装在实际箱体中进行全面测试。因为在消声箱上测出的好单元，一旦装入不同的箱体，其表现力可能会千差万别。所以这个最笨的过程就是先按照理论搞出一个在一般工厂的测试手段下完全可以过关的“标准”样品，然后将其安装在今天大家看到的LS 3/5a的箱体上进行实测。其后再根据实测结果修正原设计。这样的过程一共进行了五个来回。也就是说，在理论上可行的“标准”单元的基础上，又进行了四次较大幅度的修改，才得到今天向大家推荐的这一款LS 3/5a DIY版专用的中低频扬声器。不过请大家注意，由于这款单元是专门为LS 3/5a DIY版设计并修正的，型号都是L&T130–3/5，所以如果用它来做倒相式音箱就不一定合适了。

反复实验过程中的四代单元

说过单元，咱们再看看难度最大的器件——分频器。上期向大家提供了原厂箱的分频器电路图。如果有兴趣，朋友们可以按照原厂分频器的电路图制作一对“复刻版”分频器。

原厂的分频器相对比较复杂，分析其原因大概有二：首先是为了缩小体积，所以原厂分频器采用了铁芯电感。铁芯电感还有一个特点就是其电阻较小，其第二个目的，就是提高总体的灵敏度。

那么咱们的DIY版应当怎样做呢？笔者采用了其他的方式来解决这两个问题：为了缩小体积，考虑仅用一只电感构成的一阶衰减的低通滤波方式。这样做元器件少了，总体积也会缩小。不言而喻，电感的数量少了，电感自身的阻抗也会减少，对提高灵敏度也做出了贡献。

音箱的心脏—分频器
所有的接线均是采用插接件或压片

特别是这次的套件中，选用了七芯电感，电感量为1.53mH。多芯电感除了交流阻抗较低，声音也比单芯线绕制的空芯电感好出许多。主要表现在低频瞬态和中低频的信息量上。

说到电感，我要向自己动手绕制电感的朋友们多说一句。如果您使用的是小型电感电容表，那您可千万别按照某个数值去自制电感。因为这种表误差相当大。怎么办呢？可以用您的表测出三组分别相差0.5mH的电感，最终用试听的方法来选定其中的一对。因为一般的便携表测量1~2mH电感时的误差，除个别情况外，往往会在0.5mH之内。

说过低通，再来说说高通。高音的分频器笔者同样推荐一阶衰减的滤波方式。电容采用意大利产的音频专用MPK电容，容值为4.7μF。这款电容虽然没有索仑那样有名气，但是声音

完成，这需要我们用数字万用表将运放U20：1的输入电压设定为精确的0.72V。改变RP21的阻值可以调整施密特触发器的阈值电平，这里我们应将其调至准确的1.1V，以保证合适的上下限触发电平以及足够的回差范围。

本例选用的ICM7217后缀为B，应搭配共阳数码管，对于ICM7217A则需要将数码管换为共阴类型，同时，最高位数码管的驱动电路也需要进行一些适当的调整。

LS 3/5a　套件明细表

序号	名称	数量	备注
1	箱体	2	
2	高音单元	2	
3	低音单元	2	
4	接线柱	4	
5	面板固定自攻螺丝	20	M4 × 30mm　沉头黑色
6	低音单元固定螺丝	8	M4 × 30mm　黑色
7	低音单元固定螺母	8	M4
8	低音单元固定弹簧垫圈	8	M4
9	低音单元固定平垫圈	8	M4
10	高音单元固定螺丝	8	M4 × 30mm　黑色
11	高音单元固定弹簧垫圈	8	M4
12	高音单元固定平垫圈	8	M4
13	分频器电路板固定螺杆	8	M4 × 30mm　固定在高音单元固定螺丝上
14	分频器固定平垫圈	8	M4
15	分频器固定螺丝	8	M4 × 30mm
16	分频器固定弹簧垫圈	8	M4
17	分频器	2	带接线并带卡圈、插片
18	吸音材料		高密度泡沫塑料

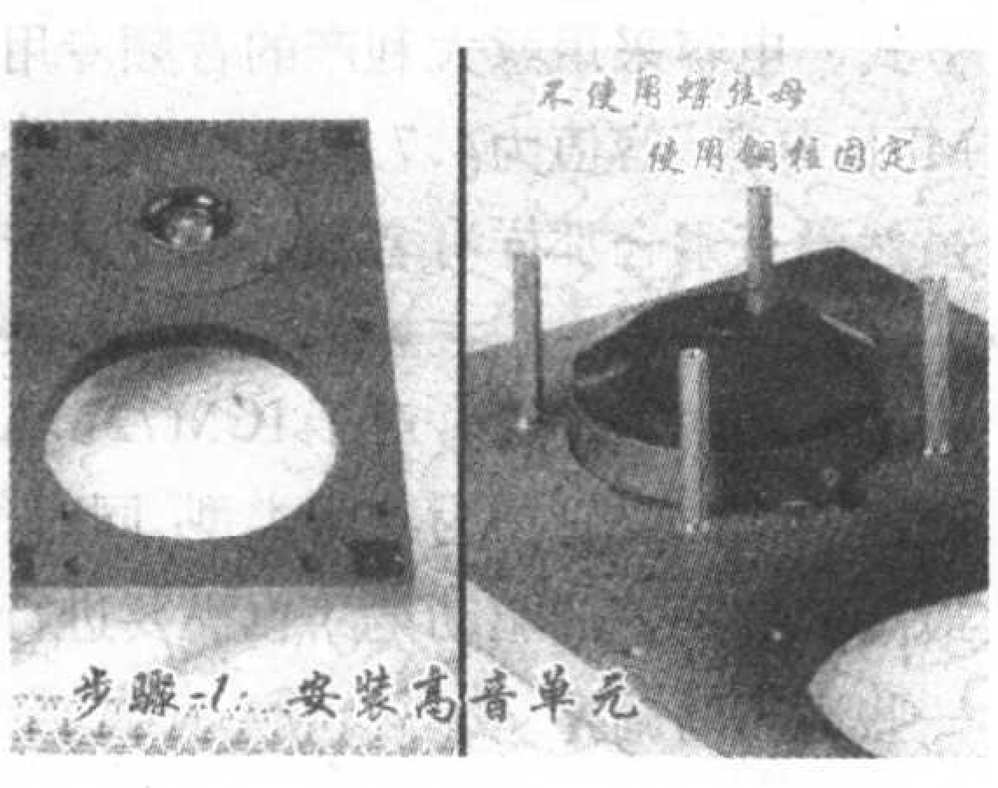
可以说是一点都不差。

高频单元的衰减电阻，对声音也有很大的影响。一般初级的朋友都是购买大瓦数水泥电阻。有一些厂家的成品音箱中也是用这种白色的水泥电阻。这种电阻对高频的影响实在是不能容忍，太差了。可是一般的电阻又不能满足功率的要求。在这里笔者给您出个小招。可以用多支电阻并联。您用5只以上1W的金属膜或碳膜电阻，功率不就没问题了。这样做除了声音好，还有一个好处是多只电阻并联，阻值可以通过搭配达到十分精准的数值。我为大家推荐的套件中就是采用了六只美国产的金属膜电阻。高频分频器中的衰减电阻，一般有3W就足够了。套件中的衰减电阻的阻值是24 Ω。

我们为大家选择的吸音材料是密度较高的泡沫塑料。当然您可以自己换一些其他的吸音材料试试看。

套件材料中的主要特点就聊到这儿，下面就来说说组装音箱的具体步骤。

步骤-1：安装高音扬声器单元



在这套组件中，因为分频器是固定在高音单元后面的，所以就可以用分频器的支柱代替高音扬声器单元的固定螺母。不过您不要忘记加上平垫圈和弹簧垫圈。

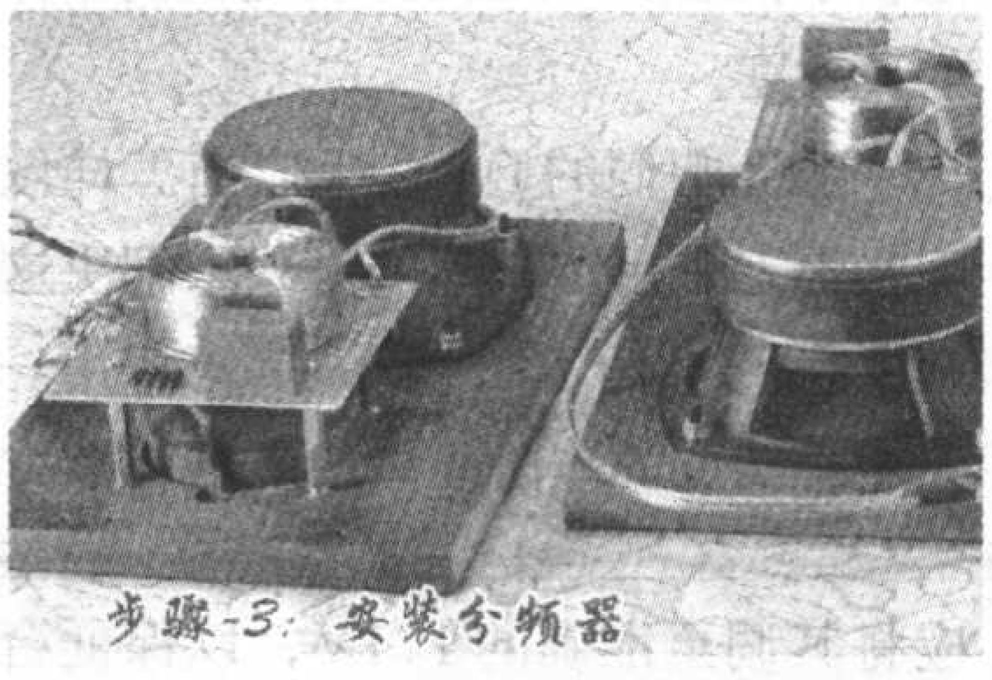
步骤-2：安装中低音扬声器单元

我们今天要搞的套件，从形式上尽量和原厂箱保持一致，所以中低音单元是装在里面的。当今的音箱产品中，这样做的已经极少了。

在安装中低音单元时，请您注意的是把单元放在障板里面后，从外面穿上螺丝，然后再用螺母固定，不要用改锥拧螺丝，而是用扳手紧螺母。因为拧螺丝容易把前障板上的漆搞坏。

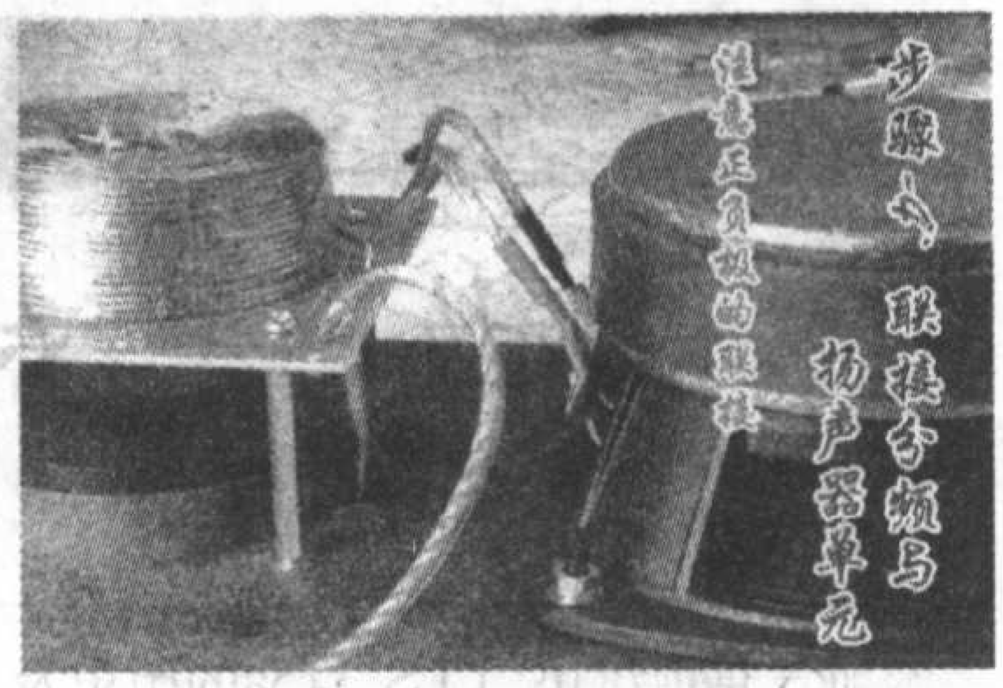
步骤-3：安装分频器

大家可能已经清楚了，分频器是安装在充当高音单元固定螺母的铜柱上。这个步骤比较简单，没有什么不合适的。只是把与接线柱连接的线往下装就可以了。



步骤-4：连接分频器与扬声器单元的连线

这个步骤十分简单，但是绝对不

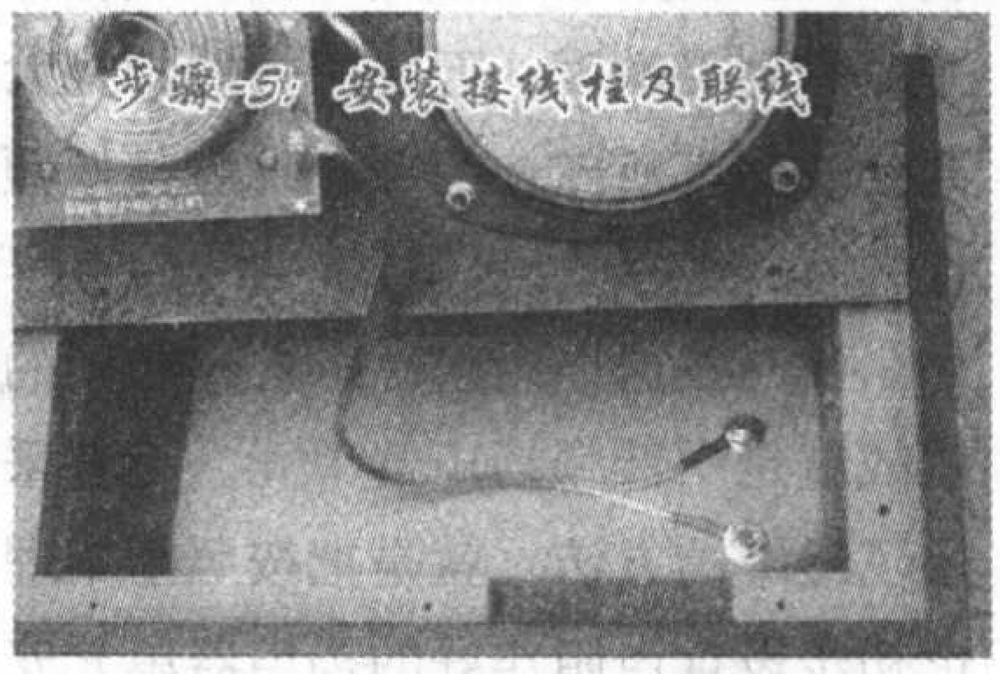


能出错。因为一旦接错了两只音箱的相位就会出现反相的现象。那可就乱套了。中低音单元不容易接错，因为它的插片大小不同，想接错都难。而高音单元就不一样了，正负极的插片相同，只能用红、黑色来分。红线为正，接在高音单元标有红点的一端，另一端就插黑线。请一定注意别搞错。

步骤-5：安装接线柱并连接分频器

一般情况下，大家根据“左零右火”的原则，都习惯于把正极的接线柱装在我们面对音箱背面时的右侧。不过这对声音没有任何影响。

只要您的两只音箱装得一样就没有问题了。



步骤-6：安装面板并试听

到此，我们的“梦中情人”LS 3/5a可就真的到了您家里。至于它的声音到底如何，请您尽早接上功放听听吧。

针对本栏目中的内容，如果您有什么问题，可以与编辑部联系。当然也可以与笔者直接联系。笔者的邮箱：qxb@vip.sina.com。

简单的西瓜探熟器

文/秋 风

这是一个既实用、又有趣味的电子检测小工具，它能够通过对比探测出同一批西瓜的生熟情况。由于电路简单、制作容易（业余制作成本不足5元）、携带方便，所以非常适合家庭、瓜农或西瓜经销者使用。

一、工作原理

西瓜探熟器的电路如图1所示。它的核心器件是一块2输入端4与非门集成电路IC，其中门Ⅰ、门Ⅱ和门Ⅳ均接成反相器（非门）使用。

门Ⅰ输入电平高低由RP和探针

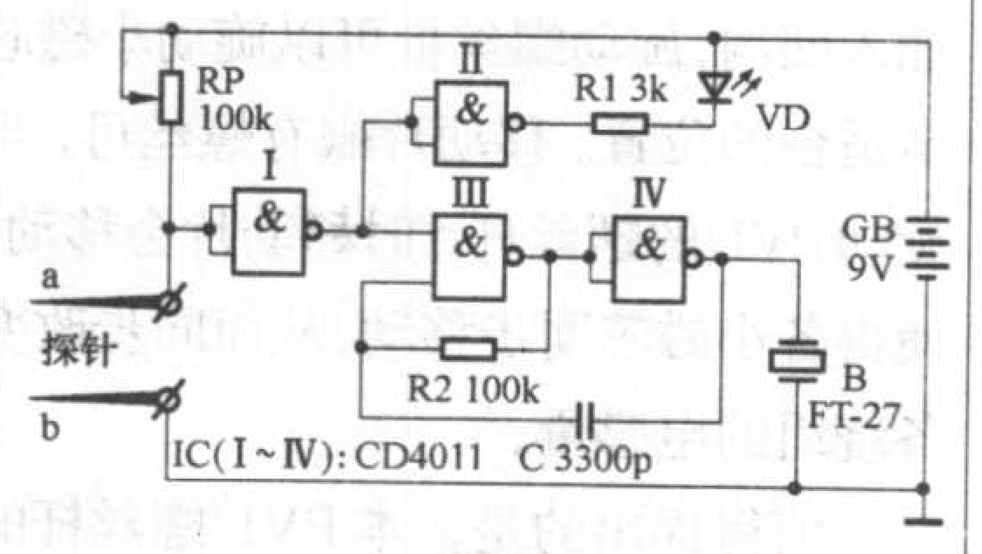


图1

测到的瓜电阻对电池GB的分压所决定。由于生瓜与熟瓜的水分、离子浓度是不相同的，因而它们的导电率也不相同，熟瓜电阻小，生瓜电阻大。当探针a、b插入熟瓜时，瓜电阻较小，门Ⅰ输入端为低电平（$<1/2V_{DD}$），门Ⅰ输出的高电平分别加到门Ⅱ和门Ⅲ的输入端，一方面使门Ⅱ反相输出低电平，发光二极管VD两端获得一定的电位差而发光；另一方面使门Ⅲ、门Ⅳ等组成的音频多谐振荡器工作，压电陶瓷片B即发出“嘀——”的响声。当探针a、b插入生瓜时，瓜电阻较大，门Ⅰ输入端处于高电平（$>1/2V_{DD}$），其处于低电平的输出端分别“封住”门Ⅱ和门Ⅲ输入端，使VD不发光、B无声。根据VD和B是否发光和发声，即可判断出所测西瓜的生熟程度。

电路中，RP为报警灵敏度调节电位器。R1是VD的限流电阻器，R2和C为振荡电阻器和电容器。门Ⅲ、门Ⅳ组成的多谐振荡器频率由公式$f=1/2.2R2 \cdot C$决定，按图中所给出的数值计算得到的频率f约为1400Hz。由于电路工作时门Ⅰ翻转的门限值为$1/2V_{DD}$，它与电池GB的电压高低无关，所以电路工作点不受GB的电压变化影响，电路工作很稳定。

二、元器件选择

IC选用CD4011型2输入端4与非门数字集成电路，也可用同类产品CC4011或MC14011等来直接代换。VD用φ5mm高亮度红色发光二极管。

RP用WS−2型自锁式有机实芯微调电位器。R1、R2均用RTX−1/4W型碳膜电阻器。C用CT1型瓷介电容器。B选用FT−27或HTD27A−1型压电陶瓷片，要求配带简易助声腔。

电池GB用一块6F22−9V型叠层干电池，要求配带揿钮式接线扣板（可拆自同型号废干电池）。因整机平时耗电甚微，故不必设电源开关。

三、制作与使用

图2所示为该西瓜探熟器的印制电路板接线图，印制板实际尺寸约为50mm × 25mm。焊接时应注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿IC芯片内部CMOS集成电路！

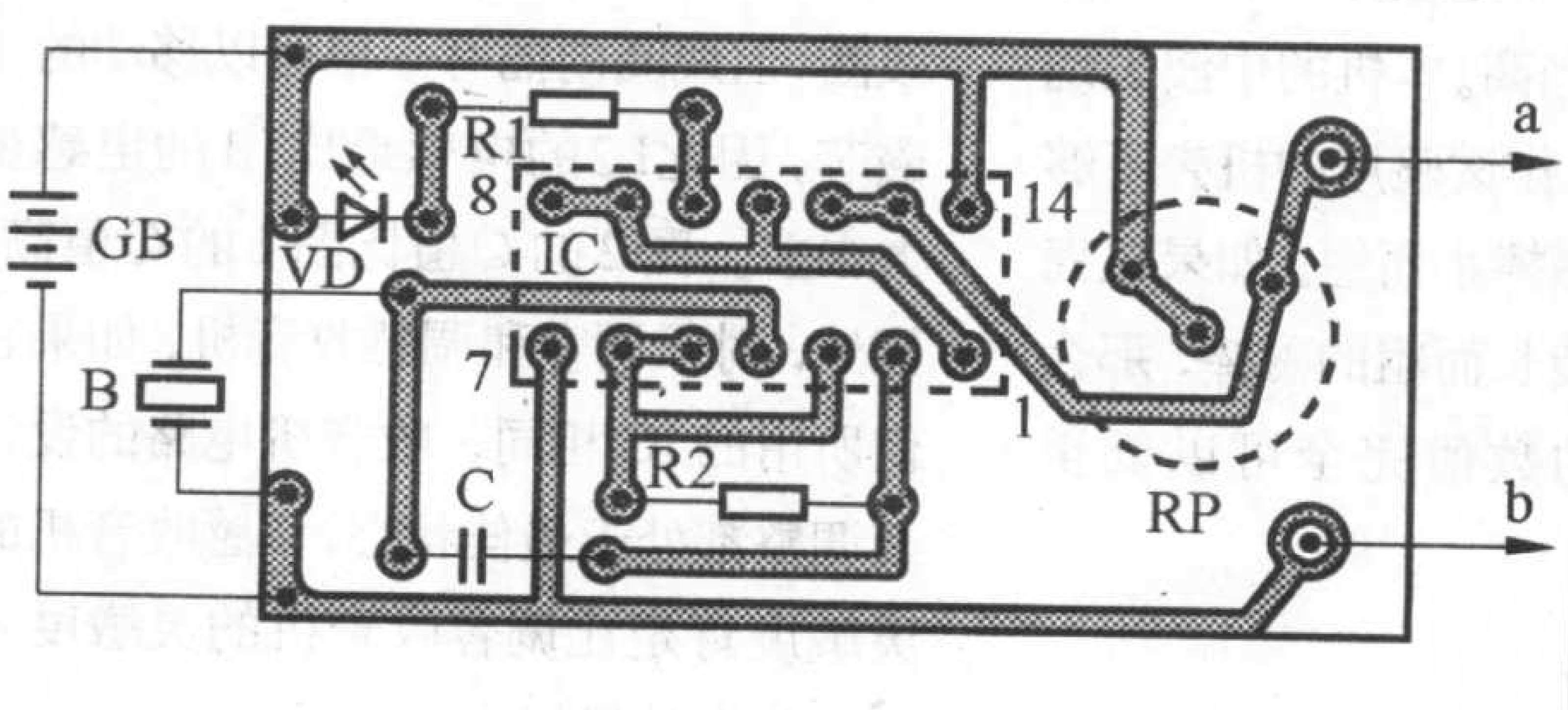


图2

焊接好的电路板装入尺寸约为110mm × 30mm × 20mm的长条形绝缘小盒内，见图3。探针a、b用两根大号缝衣针，将它用小螺钉固定在电路板上，其针尖从盒子前端伸出来。盒

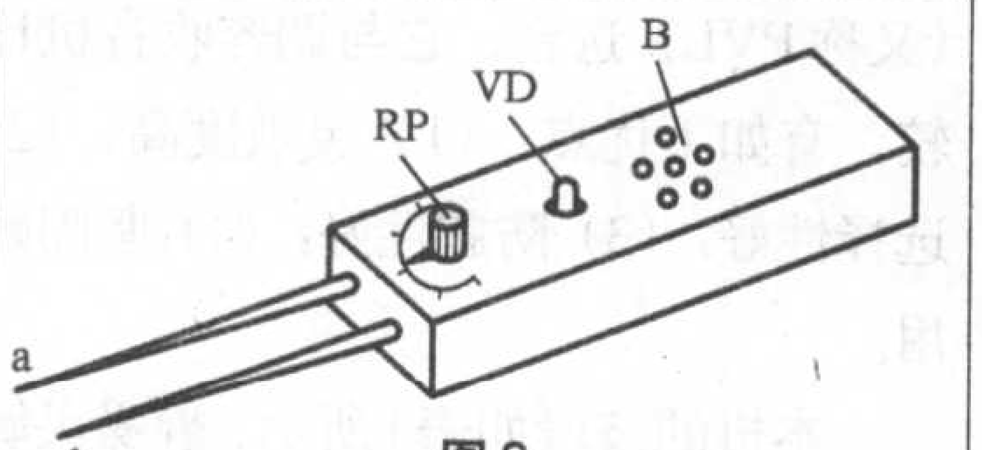


图3

子面板事先为压电陶瓷片B开出释音孔，并分别开孔引出发光二极管VD的发光帽、伸出电位器RP的轴柄。在RP的轴柄上安装一只合适的旋钮，并在面板上刻出旋钮调节挡位。电池GB通过带引线的揿钮式接线扣板与电路板接通。由于接线扣板与叠层干电池之间的接触扣是凹凸相扣，所以在接线扣板上，应是凹扣接电路正极引线，凸扣接电路负极引线。

本装置调试很简单，将探针插入已知的成熟瓜内，调节RP阻值，使VD和B处于临界不发光和不发声状态即可。这样在同一片瓜地或同一批销售瓜中，就能判别出哪些是熟瓜，哪些是生瓜。如嫌B发声音调太高（太低），可通过适当增大（减小）R2阻值或C容量加以调节，直到满意为止。

值得注意的是：由于不同产地、品种的西瓜电阻率有所不同，所以在探测同一批的西瓜时，应首先重新调整RP阻值，以保证探测的准确度。

调感式全波段高灵敏度收音机推介和分析

文/袁贺滔

我自制了一台调感式全波段高灵敏度收音机。本机采用自制可变电感器（又称PVL）选台，它与调容收音机比较，有如下优点：(1) 灵敏度高；(2) 选择性好；(3) 防震性好；(4) 坚固耐用。

本机的波段如表1所示，静噪灵敏度如表2所示。

表1 波段划分

波段	频率范围
FM	87.5～108.5 MHz
MW	525～1650 kHz
SW1	2.5～6.2 MHz
SW2	6.2～10.2 MHz
SW3	10.5～14.5 MHz
SW4	14.5～18.1 MHz
SW5	18.3～22 MHz

表2 静噪灵敏度比较

波段	本机	市场优质机
FM	15 dB	18～22 dB
SW	20 dB	24～28 dB
MW	81 dB	76～84 dB

可变电容器转半圈已转完一个行程，因此短波一般要分9～12波段，台与台之间的距离才觉得足够。而可变电感器要转4圈半才转完一个行程，把短波分为5个波段，台与台之间的距离已足够，波段分得太多，台与台之间的距离过宽，反而觉得不习惯、不舒服。

收音机的收音效果主要不是表现在音响效果上，而是表现在收台多少。特别是在偏远地区，收台的多少由静噪灵敏度决定。如果静噪灵敏度以分贝(dB) 为单位，测试的dB数越小，表示静噪灵敏度越高，收音效果越好。由表2可见，本机的FM及短波（SW）波段的静噪灵敏度相当高。本机的中波表现一般，原因是本机作试验用的机壳不够大，所用的中波磁棒小而短。如果机壳大小足够，能安装长而粗的磁棒，那么其静噪灵敏度的数值完全可以低至76dB以下。

基本原理

大家知道，由电感L和电容C组成的调谐回路，其固有的振荡频率f_0由下式决定：

$$f_0=1/2\pi\sqrt{LC}$$

可以看出，无论改变L或C都可以改变回路的固有频率f_0，当固有频率与由天线输入的某电台的信息中的载波频率相同时就会产生串联谐振，就可以接收到这个电台。

由L和C组成的调谐回路还有一个很重要的参数叫品质因数，又叫Q值，Q值的计算公式是：

$$Q=2\pi fL/R \text{ 或 } Q=1/2\pi fCR$$

式中R是回路的电阻值，如果两回路的R相同，则L大或C小时Q值就高。Q值高则灵敏度高，选择性好，收台效果好。

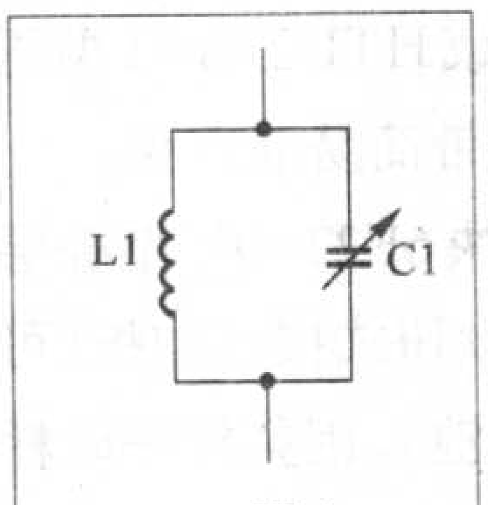


图1

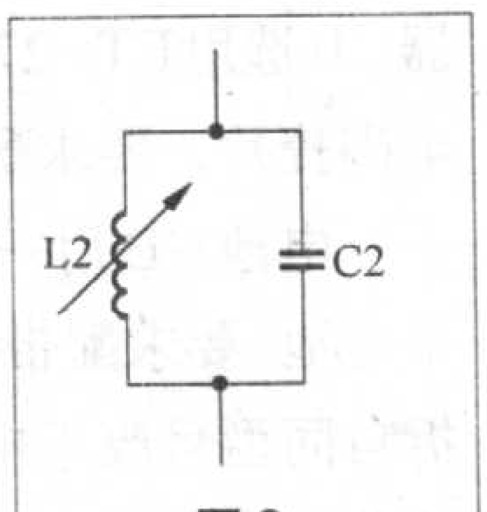


图2

图1是收音机中的PVC调谐回路，图2是PVL的调谐回路。

以FM波段为例，调容收音机的L1一般采用3.5～4.5T的空心线圈。本调感收音机的L2也是3.5～4.5T的空心线圈，但线圈内插有一根可以移动的小磁芯，因此L2的电感量比L1的电感量大很多。图2的Q值比图1的Q值高。显然，对于调容和调感收音机，如果它们所用的IC相同，收音机电路的设计及调整都处于最佳状态，调感收音机的灵敏度肯定比调容收音机的灵敏度要高，收台效果好。

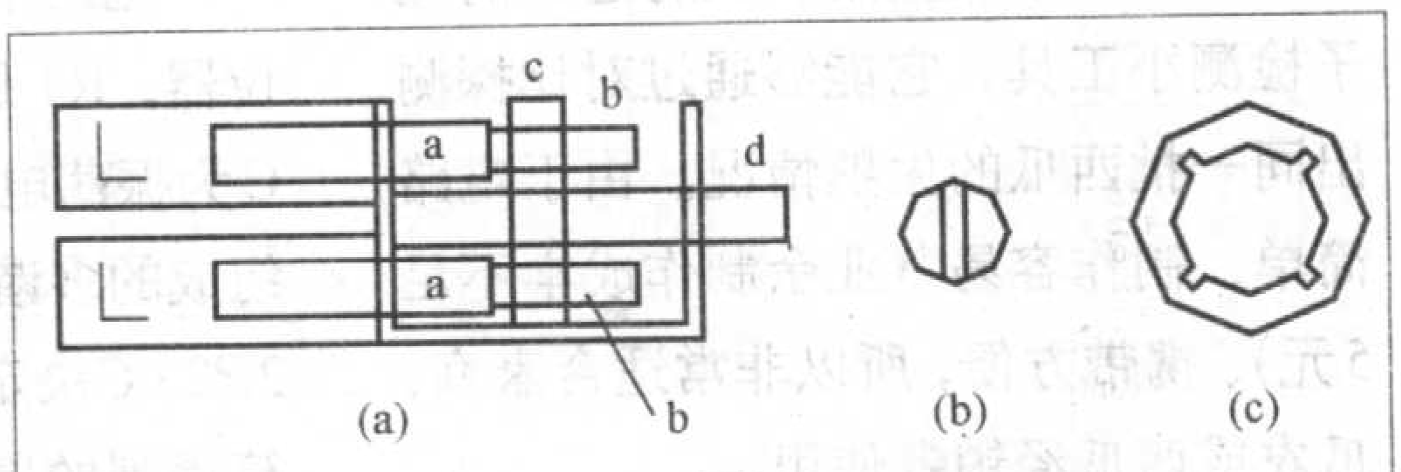


图3

PVL的结构

图3是PVL的结构简图，图中的L是线圈绕组，内插有小磁芯a，小磁芯顶部镶有小铜螺丝杆b，小铜螺丝杆旋入移动片c相应的孔中。小铜螺丝杆顶部有一凹沟，如图3 (b) 所示，用螺丝批插入凹沟，旋动螺丝批可以旋动小磁芯至适合的位置。移动片嵌有螺丝母，当旋动PVL的螺丝杆d时移动片会移动，使得各小磁芯同步移动，从而同步改变各绕组的电感量。

值得提出的是，本PVL螺丝杆的螺丝纹与一般螺丝钉的单头螺丝纹不同，是4头螺丝纹。即螺丝纹总体由4条独立的螺丝纹组成，螺杆及螺母的截面图如图3 (c) 所示。这种螺丝纹结构使得螺杆在4个地方控制螺母。因此，通过旋转螺杆驱动螺母移动时，能有效平稳地驱动移动片移动，避免由于螺杆与螺母之间存在的空隙而晃动。并且当移动片停留在某一位置时，移动片能有效地稳定在该位置，从而使得小磁芯有效地稳定在绕组中的位置。实验表明，当接收某一电台时，用硬物敲击PVL也不会走台，这从机械结构的稳定性上保证了频率的稳定性。

电路分析

本机的电路图如图4所示。三极管VT2和VT3组成电子并关，代替一般的FM/AM转换开关。由图可见，除本振、高放、输入电路外，其余部分与同IC的

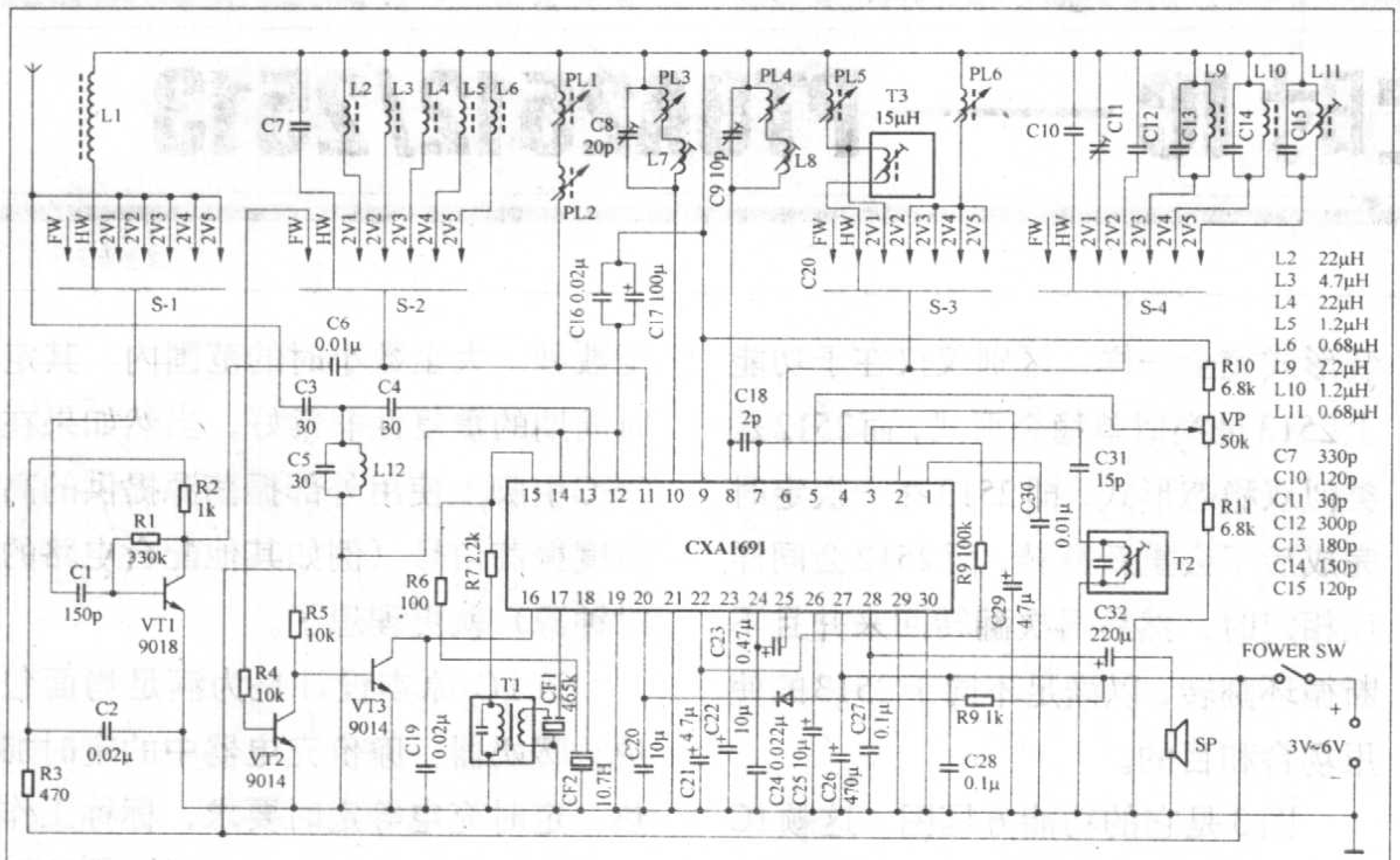


图 4

PVC收音机电路一样，这些部分不再赘述。本机应用的PVL是自制的，它有6个绕组，各绕组的作用分别是：

FM 本振绕组 1 个：PL4

FM 高放绕组 1 个：PL3

SW 本振绕组 1 个：PL6

MW 本振绕组 1 个：PL5

MW、SW 公共高放绕组 2 个 PL1 和 PL2。

在设计和调整调感收音机电路时，与调容收音机电路比较，可能很不习惯，但必须切记的是：牵涉到频率覆盖范围及高放统调的调谐回路中的L及C的地位及作用刚好互换。现以FM说明，再举一反三。

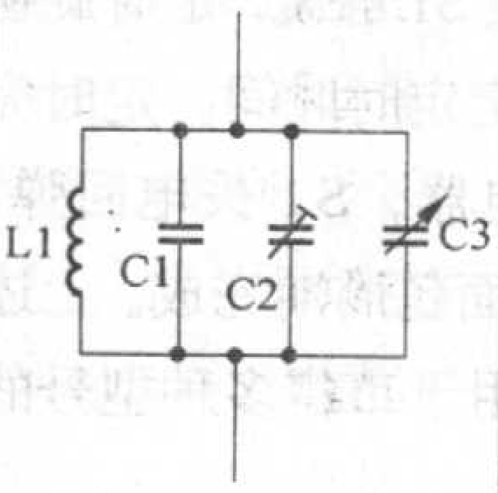


图 5

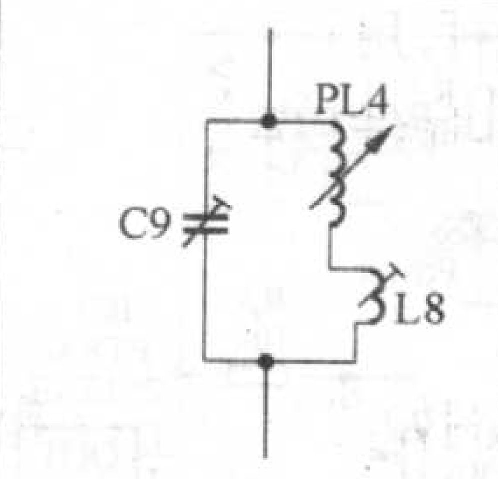


图 6

图5和图6分别是PVC和PVL的调谐回路。可以看出，C9对应L1，PL4对应C3，L8对应C1和C2。在调整时，图6和图5的调整方法也刚好相反：

低端：图5调L1，图6调C9；

高端：图5调C2，图6调L8；

中波调整：PL5，T3和C10组成本振调谐回路，在正确选择C10值的情况下，最低点频率可通过调PL5的小磁芯达到，最高点频率可调T3达到。高放调谐回路由PL1和PL2以及C7组成。统调的办法是：在正确选择C7值的情况下，低端调PL2的小磁芯，高端调PL1的小磁芯。

短波调整：调整完中波后，再调短波。由图4及表1可以看出，SW2、SW3、SW4、SW5是依靠改变可变电感绕组PL6的电感量来改变频率，以接收不同电台。在PL6两端通过波段开关S–4并联不同的电感和电容来划分短波波段，相应的短波波段的本振调谐回路的组成如下：

SW2：PL6、C12

SW3：PL6、L9、C13

SW4：PL6、L10、C14

SW5：PL6 、L11、C15

由于SW1的频率低，必须由中波的本振可变电感绕组PL5和C11组成SW1波段的本振调谐回路。

短波段频率范围的调整

整个短波最低频率点也是SW1波段的最低频率点，这一频点可通过调节C11的数值达到。

使用可变电感连PL6的短波最低频率点也是SW2的最低频率点，在正确选择C12数值的情况下，调PL6的小磁芯位置可得到SW2的最低频率点，而整个短波段的最高频率点也是SW5的最高频率点，在正确选择C15数值的情况下，调微调电感L11可达到这个最高频率点。

图4右边有一系列电感、电容的数值，采用这些数值就可以获得表1所示的波段。

短波段的高放统调

天线输入的信号通过三极管VT1高频放大后输入IC，现在市面上很多所谓多波段短波收音机，为了节约成本，所有短波段都用同一个电阻或电感作VT1负载，其结果噪声大，静噪灵敏度不高。本机追求的目的是每个短波段的静噪灵敏度都处于最佳状态。因此，VT1通过开关S–2给不同的短波段选择不同的负载，各波段作为负载的电感、电容的最佳数值与具体电路板的分布电感和分布电容有关，应由实验确定，以求达到最佳的静噪灵敏度。图4右边的数值供参考 ，最佳数值要由实验确定。

输入电路

现代生活环境与各种电器密不可分，由工业及这些电器发出的干扰电波日益严重，这些干扰电波的频率大多数都集中在中波频段，有些地方干扰严重，不能有效地接收中波电台。实验表明，如果由拉杆天线引入中波信号，干扰更加严重。用磁棒及其线圈引入中波信号时，干扰不会像拉杆天线那样严重，开关S–1的目的是在中波状态时，保证由磁棒线圈输入中波信号，本机的磁棒及线圈，仅是作吸收中波电波之用，不起调谐作用。作为VT1负载的PL1、PL2、C7起到调谐的作用。实验表明，磁棒线圈 L1并非圈数越多越好，在一定圈数下，会减少干扰的同时不降低灵敏度，L1的圈数由实验决定。

新颖通用定时IC——PT8A2512/2513

文/唐黎明

提到通用定时IC，人们首先想到的往往是555。但是人们也在使用中发现，555逐渐不能满足电子产品日新月异的发展。首先最致命的缺点就是定时精度不够。鉴于555是直接采用RC振荡周期作为定时时间，产品受零件差异性和环境条件特别是温度的影响很大，尤其是定时电容的误差无法显著提高，严重影响到产品性能，因此555只能使用在对定时精度要求不高的场合。有很多读者来电询问本刊今年第1期中提到的新颖的定时IC——PT8A2513NE，本文将对该IC作一个系统的介绍。

该IC的封装形式见图1，外形见图2。该IC采用的是不多见的TO−94封装，这种封装不论体积和外形都十分像常用的TO−92，就如同常见的8050和9014等三极管，只是多一条引脚而已，因此这颗IC的成本和售价也十分低廉。而功能方面也非常简单，就是上电以后OUT引脚置高电平输出（其输出电流超过10mA～12mA），同时开始将OSC引脚上的频率作30720次分频后用来计时，待计时时间一到，立即触发OUT引脚的输出恢复低电平。

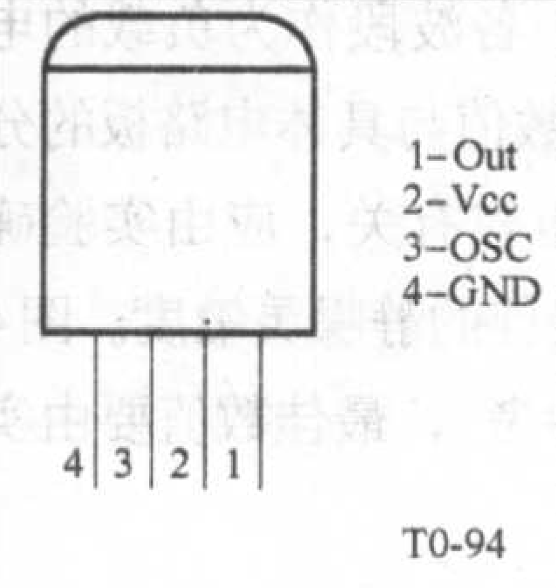


图 1

这种IC还有一个孪生兄弟PT8A2512NE，两者的电气性能、封装形式完全一样，区别仅仅在于功能上2513是类似单稳态形式，而2512是类似双稳态形式，即2513在一次定时完成后不会重新翻转，而2512会同样反相定时，然后再次翻转回来并且不断循环翻转，以满足不同于2513的使用场合和目的。

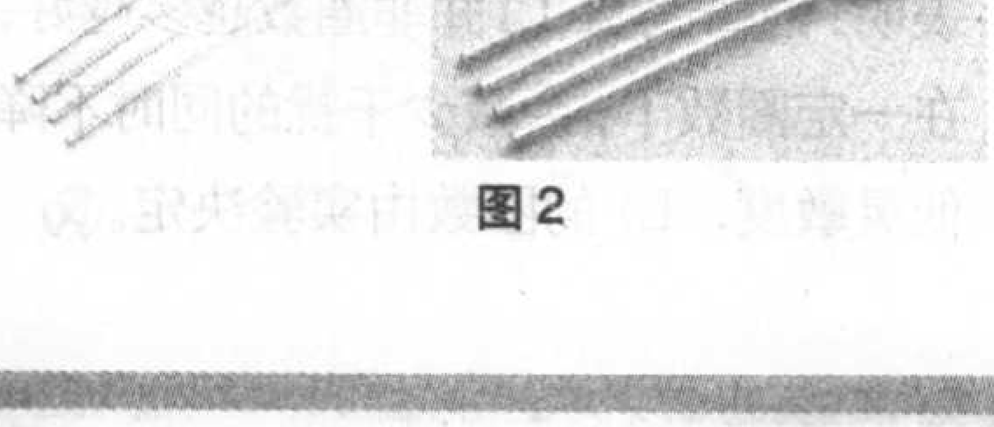


图2

图3是它的功能方框图，这颗IC也是在OSC引脚上采用RC振荡器获取时间基准，但由于经过对OSC频率的30720次分频，大大降低了零件参数差异对定时精度的影响，因此可以采用精度高而性能稳定的小容量电容，不像555一样动辄采用数十到数百微法的电容，其容量误差甚至超过100%。实际使用中，在外接±1%的56kΩ电阻及0.022μF电容（223/±1%的涤纶电容）时，其振荡频率约1024Hz，此时定时时间约为30720/1024=30s，在环境温度0℃～40℃，

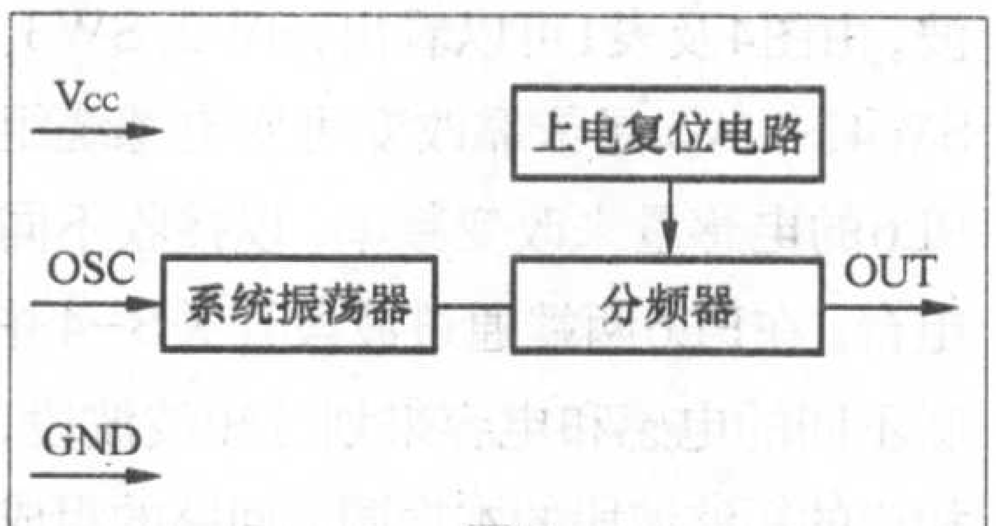


图3

V_{CC}=3.5V～4.5V的条件下，其批量产品定时误差小于1s（精度高于3%）。综上所述，加上零件误差在常温范围内其批量产品的定时精度误差也不会超过5%，而且主要来自于外接零件的误差，因此对于其中一个特定产品个体，定时时间在小至数秒、大至数小时的范围内，其定时周期的重复性非常好，当然如果在OSC引脚上使用外部振荡源提供的高精度振荡信号（例如其他配合电路的时钟源）就更理想了。

该IC原本设计是为满足烤面包炉、暖奶器、廉价充电器中的定时加热、定时充电等定时要求，标称工作电压为2.2V～5.5V。而且外围电路极其简单，只需在OSC引脚连接一个电容到地，及一个电阻到V_{CC}即可。

下面以图4所示PT8A2513用于一个烤面包炉（多士炉）的电路讲解其工作原理。

图中L1～L4是多士炉的四条发热丝，分别装在两个多士槽的两壁，S1连接继电器的一对触点并可由外部杠杆按压下去连通，当装入面包片并按下杠杆后，L1～L4得电发热，同时电路取L4上的交流电经VD1、C1整流滤波后供电给继电器，电源另一路经R1、C2、VD4后取得约3.9V的稳定直流电压给IC1供电，IC1开始计时，继电器吸合使S1自锁，定时旋钮RP1用于手动给定定时时间。定时完成后IC放开继电器，S1失电回弹，L1～L4断电，烤面包周期完成。上述方案已大批量应用于市售多种型号的多士炉。

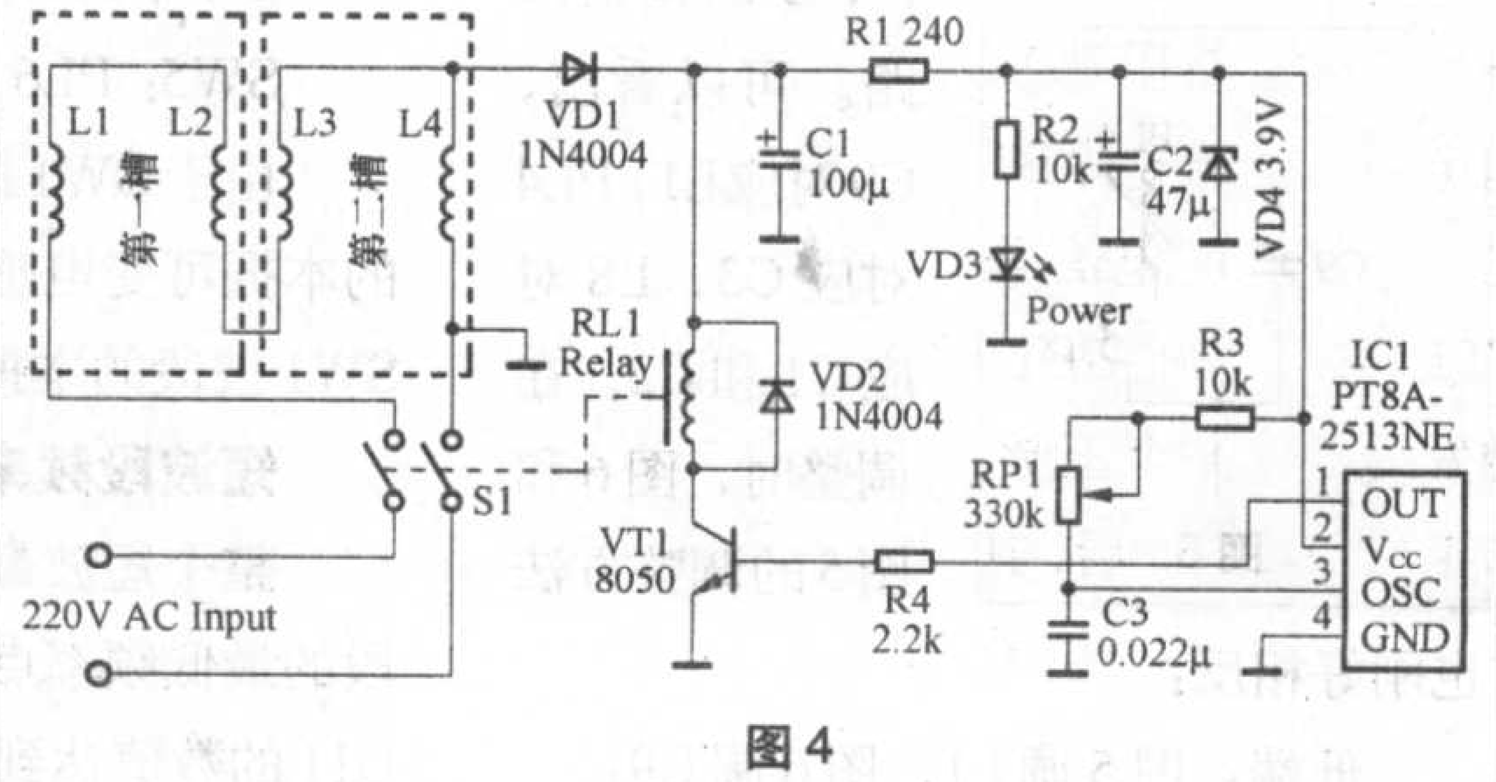


图4

储藏室的“保护神”

文/李 桐

我家住在四楼，楼下的储藏室三次被盗。无奈，我制作了一种专门用于储藏室的报警器。安装后，两次在漆黑的夜晚成功报警，使盗贼行窃没能得逞，我称它为储藏室“保护神”。此报警器成本不足15元，具有较高性价比。一旦小偷撬锁开储藏室门，它便会通过楼上房间内的扬声器发出“叮—咚—”声，呼叫主人快下楼去捉小偷！

一、工作原理

储藏室门被撬报警器的电路如图1所示，它实质上是一个振动式防盗报警

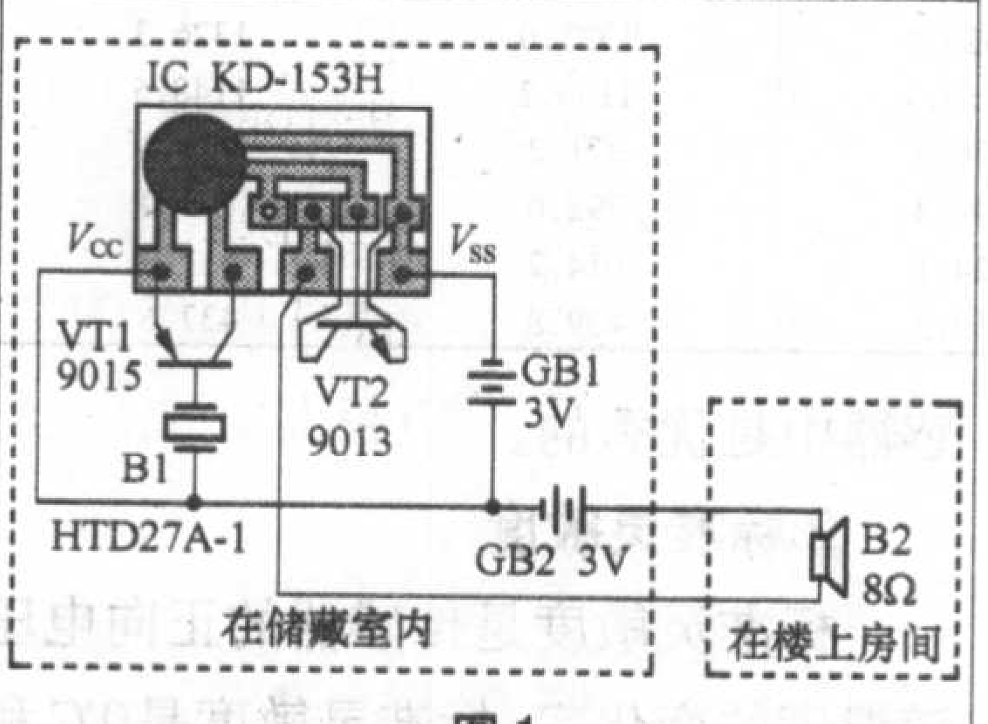


图 1

器。压电陶瓷片B1作为振动传感器，它紧贴房门背面固定在门锁附近。集成电路IC和功率放大三极管VT2、扬声器B2组成音响报警电路，开关管VT1向IC提供正脉冲触发信号。

平时，晶体三极管VT1、VT2均处于截止状态，IC不工作，扬声器B2无声，整个电路静态电流仅为3μA左右。一旦窃贼撬锁开门，就会引起房门背面固定的压电陶瓷片B1产生振动。B1输出一个微弱的电信号，使原来截止的VT1导通，电池GB1通过VT1向IC的触发端提供一个正脉冲信号，IC受触发工作。IC工作后，其输出端输出内储“叮—咚—”声电信号，经VT2功率放大后，驱动B2发出响亮的报警声。IC每受一次触发，B2会连续发出三遍“叮—咚—”声，时间约4s。

电路中，VT1未设置偏流电路，目的有两个：一是利用VT1导通需B1提供大于0.65V正向电压这一特性，使电路只对强烈的撬锁振动有反应，而对一般外界其他干扰引起的轻微振动无反应，从而提高了报警器的准确性；二是大幅度降低了电路的静态电流，使电池使用时间大大延长。一般每换一次新干电池，可工作一年多。电池GB1为IC提供合适的3V工作电压，GB2主要是和GB1串联起来，将VT2工作电压提高到6V，使B2发声显著增大。

二、元器件选择

IC选用KD−153H型“叮咚”门铃专用集成电路。该集成电路用黑膏封装在一块24mm × 12mm的小印制板上，并给有插焊外围元器件的孔眼，安装使用很方便。KD−153H的主要参数为：工作电压范围1.3V～5V，典型值为3V，触发电流不大于40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流不小于2mA、静态总电流小于0.5μA；工作温度范围−10℃～60℃。KD−153H也可用HFC1500系列集成电路中内储“叮—咚—”声的芯片来直接代替。

晶体管VT1用9015或9012、3CG21型硅PNP三极管，要求电流放大系数$\beta > 50$；VT2用9013或3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta > 100$。

B1选用普通HTD27A−1或FT−27型压电陶瓷片，其他型号的也可代用，但片径应尽可能选择得大一些，以提高报警器触发灵敏度。B2可用8Ω／0.25W小口径动圈式扬声器。GB1和GB2分别用两节5号干电池串联（配套塑料电池架）组成。

三、制作与使用

由于整个报警器所用元器件很少，所以不必另行自制电路板。焊接时，按图1所示，将晶体三极管VT1和VT2直接焊在集成电路IC的芯片基板上，然后把它和电池G1、G2一同装入体积约70mm × 60mm × 20mm的绝缘小盒内。焊接时应特别注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿IC内部CMOS电路！压电陶瓷片B1用长约20cm的双股电线引出盒外；扬声器B2用双股软塑电线（长度视楼房距储藏室的远近确定）也引出盒外。B2可装入一个塑料香皂盒内，并事先在面板开出音孔，制成漂亮的小音箱。

实际应用时，按照图2所示，将压电陶瓷片B1用三颗长约1cm的木螺丝

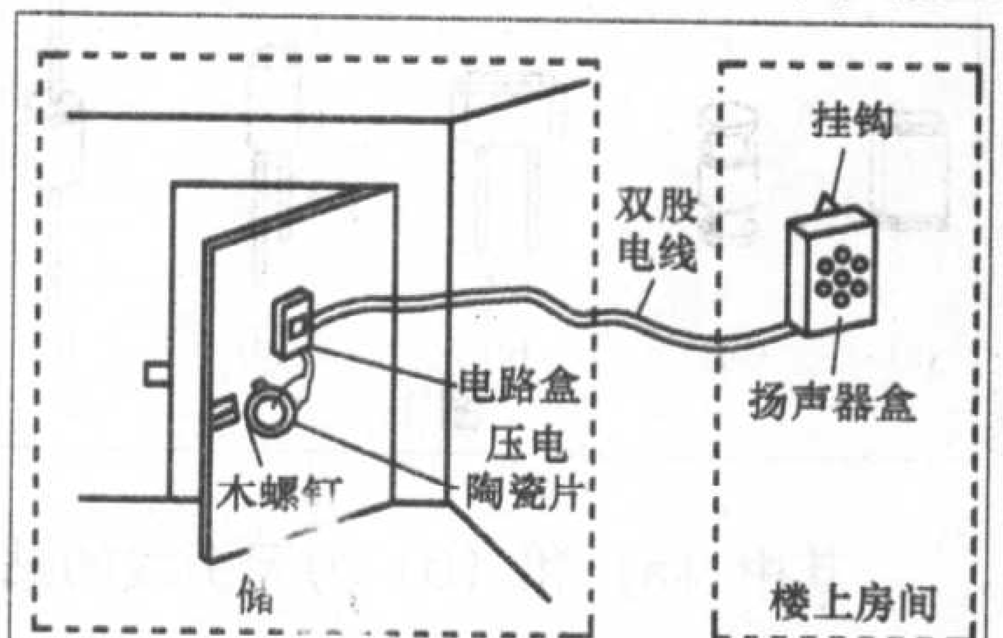


图 2

钉固定（或用强力胶粘固）在紧靠储藏室房门背面的门锁部位，注意其金属基板面应平贴房门，并将报警电路盒也固定在房门背面；扬声器盒则通过双股塑皮导线引至楼上住人房间内。这样，一旦有窃贼撬锁开门，扬声器B2就会发出响亮的“叮—咚—”报警声。如果试验用手敲打门板需较大劲才能触发电路，可对调一下B1的两根接线头，则电路触发灵敏度肯定会提高许多。

工业二极管温度传感器及应用

文/王吉玉

大家知道，二极管温度传感器具有灵敏度高、工作电路简单、长期稳定性好、性能可靠、寿命长、价格低廉等特点，除此之外，还具有单向导电，对工作电源稳定度要求低等独特优点。但是以往的二极管温度传感器不具有简单的特性公式和分度表，所以，产品一致性和互换性没有保障，无法实现工业化生产和应用。为了解决这些问题，深圳市国讯通科技实业有限公司开发了具有标准特性公式和分度表的S系列工业二极管温度传感器（以下简称传感器），可广泛用于手机、仪器仪表、工业控制器、家用电器、防灾等场合的温度精密测量与控制。

一、工作原理

图1给出了传感器的各种外形图。

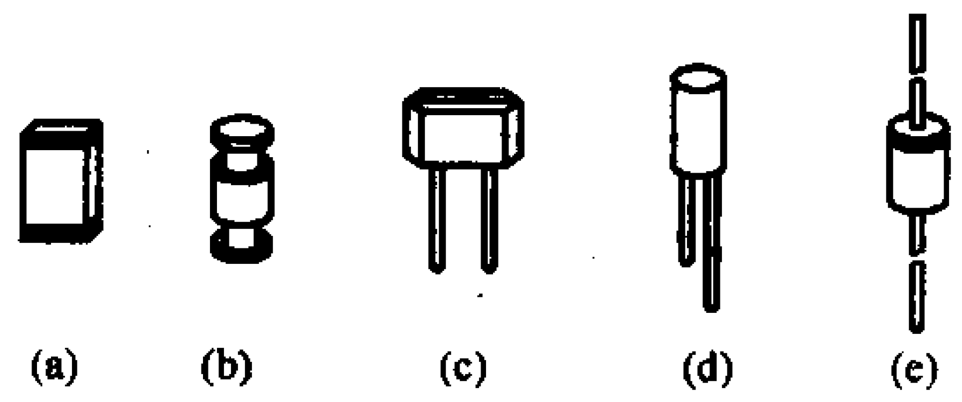


图1

其中（a）和（b）为无引线的贴片封装外形，(c)、(d)、(e) 为有引线的封装外形。

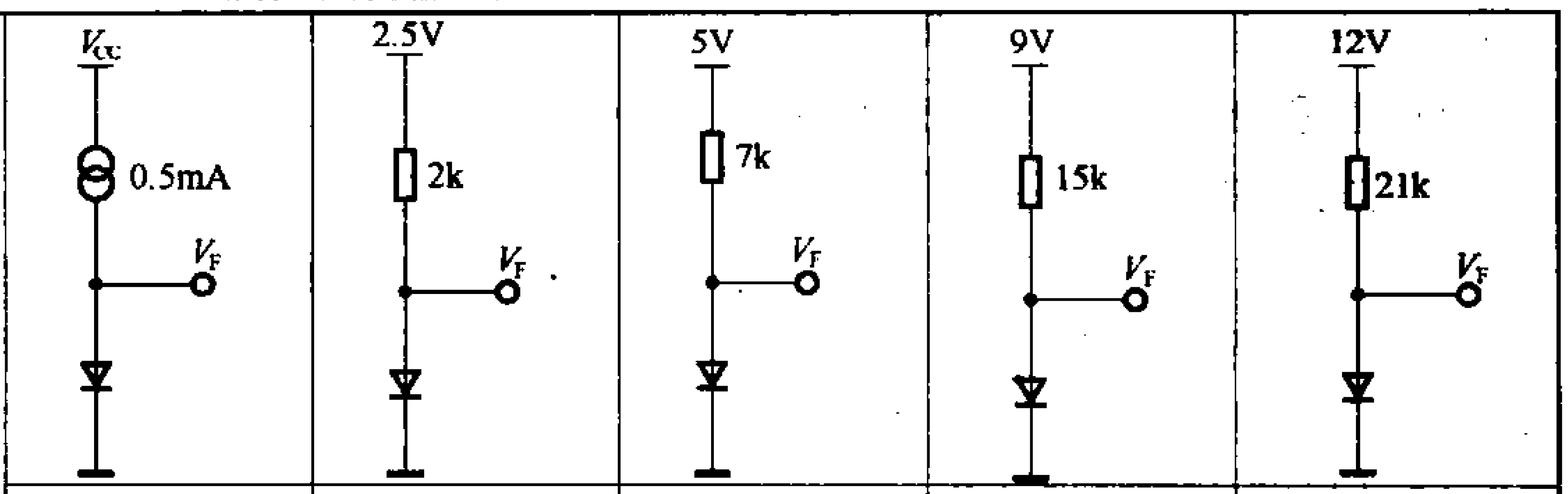
传感器是利用二极管正向电压随温度变化的特性并经过专门的加工制成，其正向电压毫伏值与温度之间有如下关系：

$$V_F=V_{Fo}\ (1+At+Bt^2+Ct^3)$$

式中V_F为传感器的正向电压，V_{Fo}为0℃时的正向电压，A、B、C为常数，t为摄氏温度。

根据传感器的V_{Fo}及A、B、C常数可计算出不同温度下的正向电压值并列出对照表，这就是传感器标准特性分度表。表1给出了S1500型传感器的标准特性分度表，限于篇幅，本表仅给出了几个常用温度下的正向电压分度值，S系列传感器的详细分度表请登陆www.3754422.com。

表1 S1500工业二极管温度传感器分度表



t (℃)					
	A=−2.315 × 10^{-3}℃$^{-1}$ B=−4.000 × 10^{-7}℃$^{-2}$ C=2.111 × 10^{-10}℃$^{-3}$	A=−2.168 × 10^{-3}℃$^{-1}$ B=−6.600 × 10^{-7}℃$^{-2}$ C=1.556 × 10^{-9}℃$^{-3}$	A=−2.256 × 10^{-3}℃$^{-1}$ B=−7.080 × 10^{-7}℃$^{-2}$ C=1.557 × 10^{-9}℃$^{-3}$	A=−2.272 × 10^{-3}℃$^{-1}$ B=−7.600 × 10^{-7}℃$^{-2}$ C=1.600 × 10^{-9}℃$^{-3}$	A=−2.280 × 10^{-3}℃$^{-1}$ B=−8.100 × 10^{-7}℃$^{-2}$ C=1.800 × 10^{-9}℃$^{-3}$
−50	1672.0	1659.8	1666.3	1667.2	1667.6
−25	1586.4	1580.6	1583.9	1584.4	1584.7
0	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0
25	1412.8	1418.1	1414.7	1414.0	1413.8
50	1324.9	1335.2	1328.4	1327.0	1326.3
100	1147.0	1167.2	1153.3	1150.2	1148.5
150	966.7	997.8	976.4	971.2	968.8
200	784.0	828.7	799.4	792.0	789.0
250	599.3	661.6	624.1	614.2	611.3
300	412.8	498.3	452.3	439.8	437.6

分度表的作用是：一是生产单位生产传感器的技术标准；二是使用单位了解和使用传感器的依据；三是分度表保证了传感器的一致性和互换性。

表2给出了传感器的性能规格，由表可见，传感器具有优良的性能，可满足−200℃～+300℃温度范围做分度温度传感器使用。

二、特性与参数

传感器的性能与参数如下：

1.线性

传感器的正向电压毫伏（mV）值与温度之间具有良好的线性关系，以S1300为例，其非线性偏差在0.1%左右。这样的线性特性，在现有温度传感器中是优秀的。

2.标准灵敏度

标准灵敏度是传感器的正向电压随温度的变化率，标准灵敏度是0℃和100℃时的正向电压变化值与温度变化值的比值。从表中可见，S系列传感器的标准灵敏度可从1.8mV/℃到20 mV/℃

3.精度与等级

传感器的精度指批量传感器正向电压毫伏值偏离分度表的毫伏值或其折算的温度偏差，温度偏差是偏差毫伏值与灵敏度的比值。根据不同的偏差对传感器进行分级，就形成了精度等级，按照国际惯例，传感器的精度等级规定如表3所示。

4.功耗低

工作电流可从10μA～500μA，不可过大，否则会引起自热，影响温度测量的准确性。

5.时间常数

表2 S系列工业二极管温度传感器性能规格表

型号	工作温度范围（℃）	精度（℃）	非线性（℃）	灵敏度（-mv/℃）	时间常数（sec）		耗散常数（mw/℃）	绝缘电阻(MΩ)	功耗（mw）	k常数(mv/k)
S1300	−50～+150	±0.1～±0.4	0～±0.3	4.360	3	20	0.3～0.5	50	0.3	0.172
S1500	−50～+400	±0.3～±1	±0.3	3.531	1	10	1～1.6	100	0.3	0.172
S1200	−50～+200	±0.5～±1	±0.3	4.171	1	10	1～1.6	100	0.4	0.172
S750	−50～+300	±0.5～±2	±0.3	1.802	1	10	1～1.6	100	0.3	0.086
S600 (MS102)	−50～+120	±0.5～±2	±0.3	2.253	3	20	0.2～0.3	50	0.5	0.086
S1800	−50～+150	±0.3～±0.5	±0.3	10.230	3	20	0.3～0.5	100	0.5	0.344
S4100	−50～+150	±0.5～±0.2	±0.5	21.500	1	10	1～1.6	100	0.5	0.688
S1360	−0～+ 50	±0.1	0	3.750（32−42℃）	1	1	1～1.6	100	0.5	0.172
LS1300	−200～+100	±0.1～±0.4		4.360	3	20	0.3～0.5	50	0.4	0.172
条件	−	0℃、25℃	0～100℃	(V_F100-V_F0) /100℃	液体中	静止空气中	静止空气中	DC500V	−	−

表3 传感器精度等级表

精度等级	与分度表偏差	对应型号
A	±(0.15+0.002|t|)℃	S1300,S1360
B	±(0.3+0.005|t|)℃	S1300,S1500,S1800
C	±(0.5+0.005|t|)℃	S1300,S1500,S1800，S1200，S750,S600，S4100
D	±(1.0+0.01|t|)℃	S1500,S1800,S1200，S750,S600,S4100
E	±(2.0+0.01|t|)℃	S1500,S1200,S750，S600,S4100

时间常数是表征传感器对温度的响应速度的参数，由于传感器的体积小，可达Φ1.8mm，所以时间常数非常小。在液体中，一般在1s左右可对温度变化做出快速反应，从而做到准确测量。

6.耗散常数

耗散常数是表示传感器热耗散能力的参数。

7.绝缘电阻

绝缘电阻是传感器电极与外壳之间的绝缘性能参数。

8.K常数

K常数是传感器与电子电量有关的常数。

三、工作电路

传感器工作电路主要有恒流源与恒压源两种，如传感器分度表所示。恒流源与恒压源的精度对V_F有微弱的影响，这种影响可通过下面的公式计算得出：

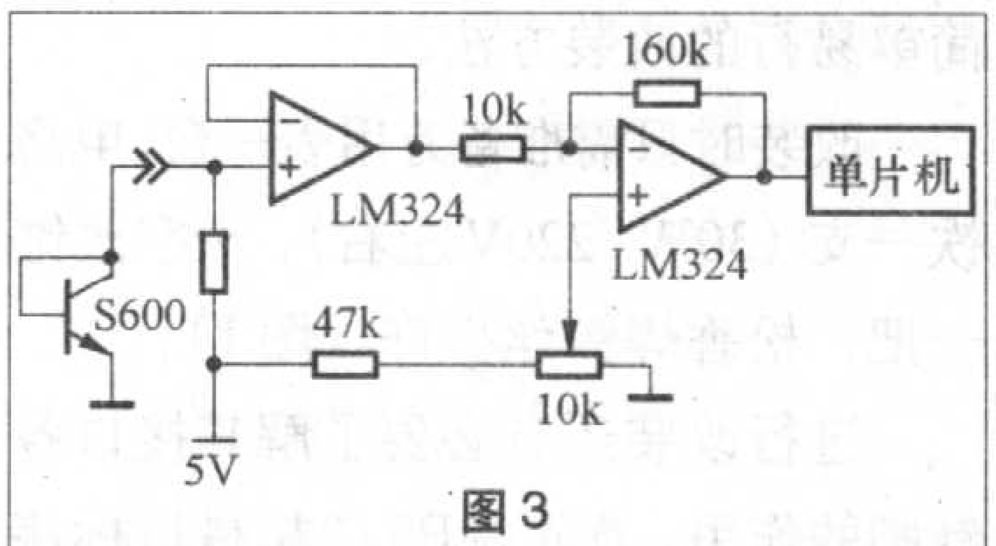


图3

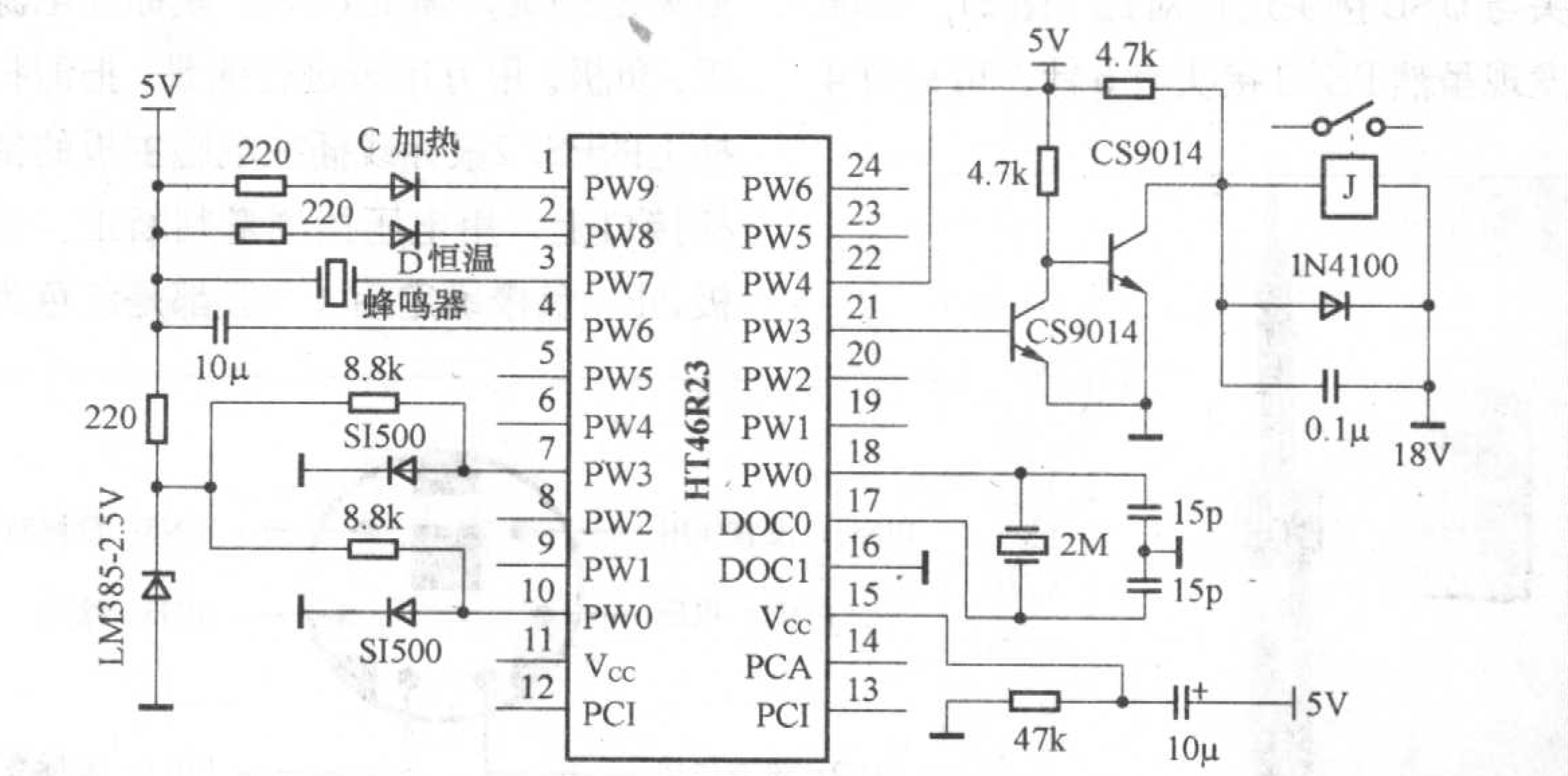


图4

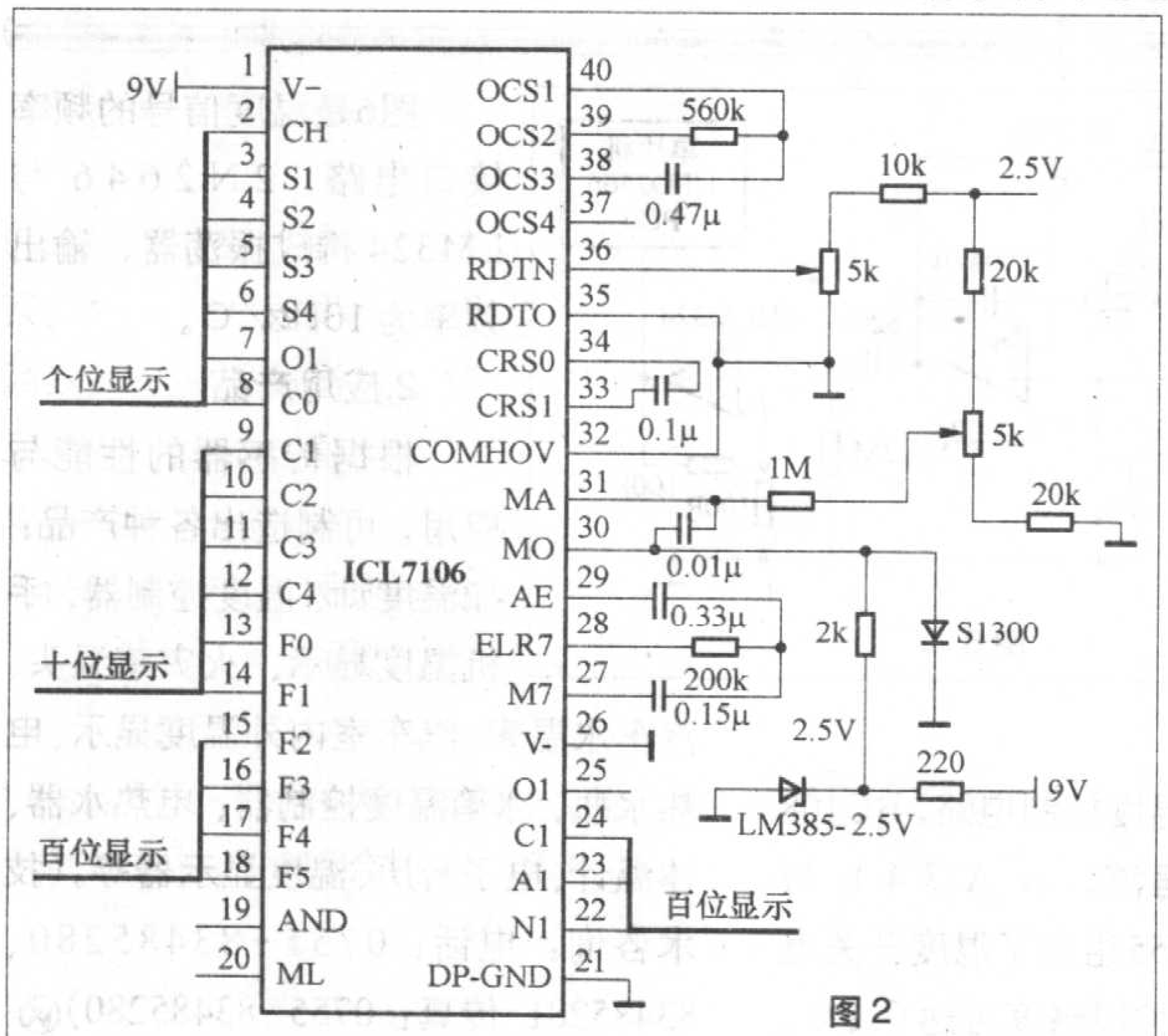


图2

（1）恒流源电流变化对V_F的影响

$$\triangle V_F = K(273.15+t)\triangle I_F/I_F(\text{mV})$$

（2）恒压源电压变化对V_F的影响

$$\triangle V_F = K(273.15+t)\triangle V/(V-V_F)(\text{mV})$$

式中$\triangle V_F$为V_F的变化量，K为常数，$\triangle I_F$为恒流源电流变化量，$\triangle V$为恒压源电压变化量，I_F为恒流源电流标准值，V为恒压源标准值，V_F为正向电压标准值。

四、应用

1.应用电路

图2是一个温度数字变换电路，根据这个电路可做成液晶显示的数字温度计，这个电路采用7106作A/D变换器，温度由LCD显示。如需LED显示，可将电路中的A/D变换器换成7107。如需2.5V～6V电源供电，可将A/D变换器换成GC 7240/7140。

图3是S600传感器与单片机的接口电路，这个电路用LM324将S600检测的温度信号放大至0V～5V的电压

光电鼠标USB接口改成PS/2接口

文/袁 巧

如果你的USB光电鼠标电缆在不意之间损坏，而家中又有淘汰下来的PS/2接口机械鼠标时，不妨一试这种简单易行的改装方法。

改装时只需准备万用表一台，电烙铁一支（30W/220V左右），十字改锥一把，松香焊锡丝少许（图1）。

进行改装还有必要了解其接口各针脚的作用。首先将PS/2机械鼠标接头与USB接头进行对比（图2），不难发现虽然PS/2接头有6针，可只有4针有作用，分别都是V_{DD}、V_{CC}、鼠标时钟数据、鼠标数据；而USB也只有4针分别是V_{CC}、CDD、数据D−、数据D+，只要明白了两接口的作用，改装就不难了。把PS/2鼠标拆卸下，用电烙铁焊下PS/2鼠标线以及需要改装的光电鼠标USB线，焊卸时，先把电烙铁的插头拔下，防止静电击穿集成电路，靠电烙铁的余温焊接。本次改装最关键的是，确定PS/2 鼠标线电源正、负极。用万用表进行测量，把即将换上的PS/2鼠标线插在电脑主板的鼠标接口上，用电压挡测量判断正、负极，正、负极确定后（一般都是红色为正、黑色为负），光电鼠标电路板两边为电源端，中间两个为数据端，关闭电脑主机，将PS/2鼠标线的电源正、负极分别焊接在鼠标主板的正、负极上，开机测试鼠标（看鼠标的红色LED灯是否点亮，如果没有被点亮，那就说明正、负极接反，赶紧关机，调换电源线）。鼠标的LED灯点亮后，关机拔下PS/2鼠标线，焊接上两根数据线，注意数据线也是有正、负极！如果LED灯被点亮，同时数据线也焊接上，而你的鼠标还是不能使用，那么，就得调换数据脚了；一切完成后，开机试用，你的光电鼠标又将恢复新的活力！

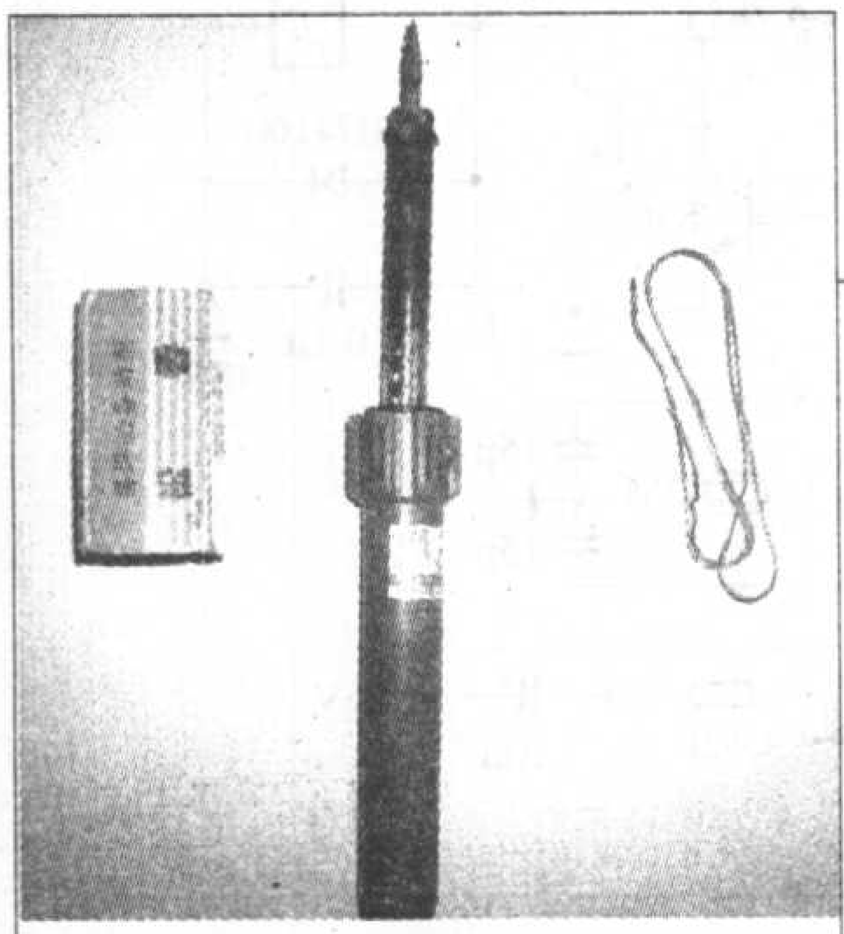


图1

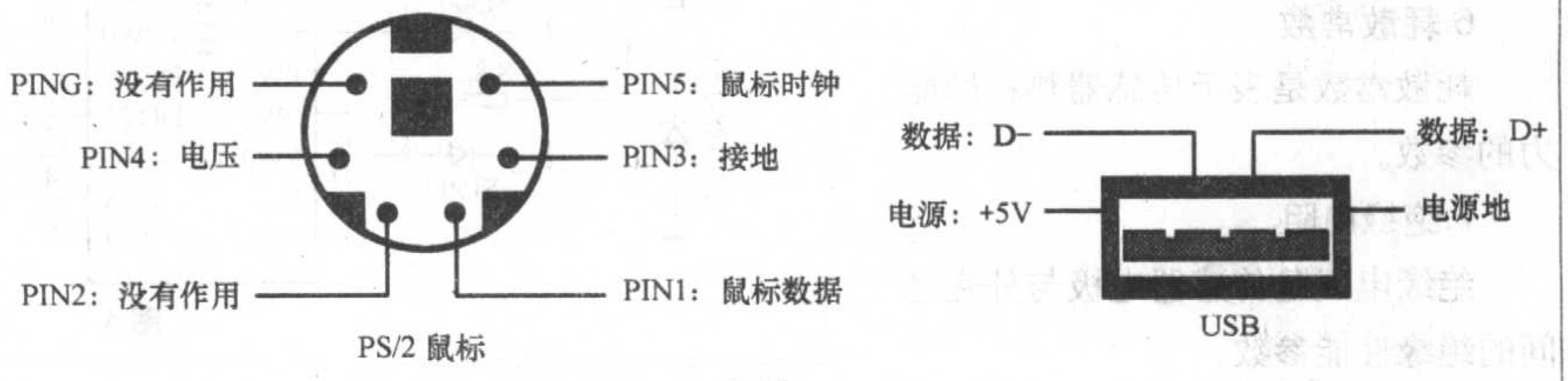


图2

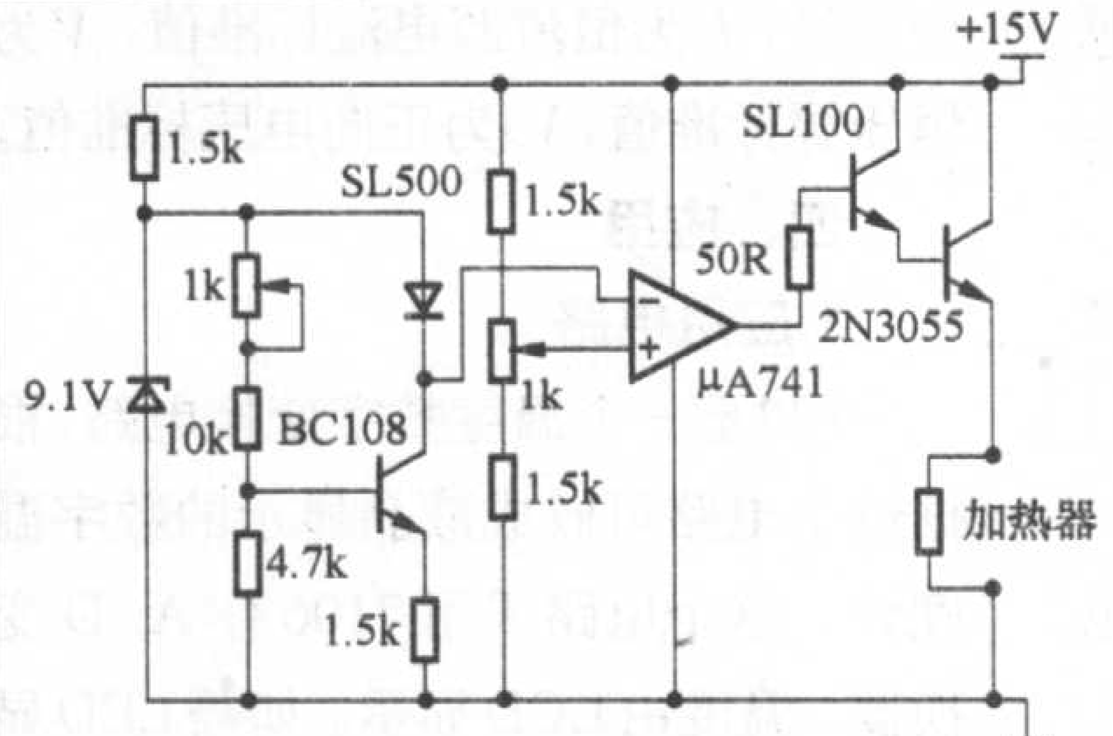


图5

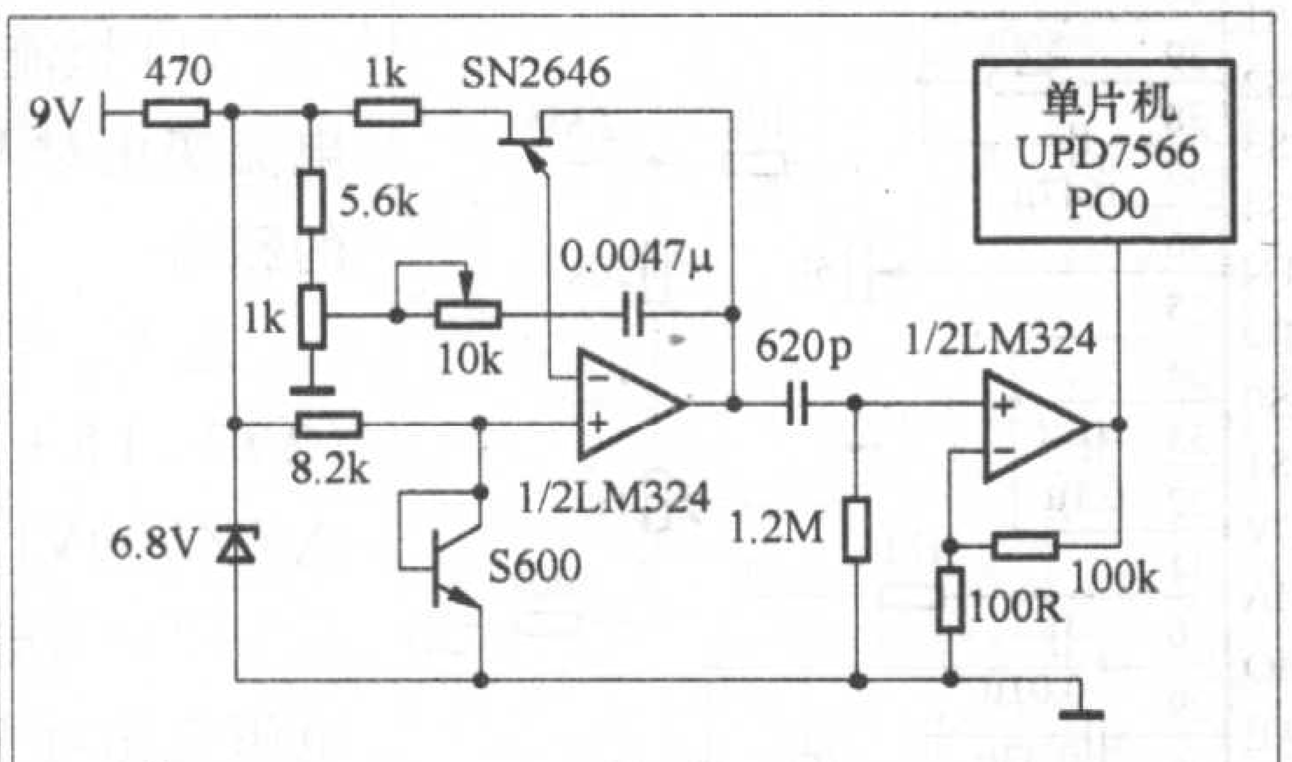


图6

信号输送给单片机。

图4是一个微电脑热水瓶的温度测控电路。它采用两只S1500传感器，一只置于热水瓶的出气孔，保证热水烧开；另一只置于瓶底，用于控制保温温度。

图5是一个温度控制电路，BC108给传感器提供恒流，μA741与SL100HE、2N3055组成了温度开关电路控制加热器，控温精度可达0.1℃。

图6是温度信号的频率接口电路，2N2646与LM324构成振荡器，输出频率为10Hz/℃。

2.应用产品

根据传感器的性能与应用，可制造出各种产品：如温度计、温度控制器、手机温度显示、火灾感温头、汽车水温表、汽车室内外温度显示、电热水瓶、冰箱温度控制器、电热水器、体温计、电子台历、温度显示器等。（技术咨询：电话：0755−83485280、83485281 传真：0755−83485280）

高性能的调频多用无线发射器

文 / 王泽民

本文向读者推荐一种由美国摩托罗拉公司生产的单片调频发射集成电路MC2831A组装的无线发射器。它具有音质好、失真小、无跑频现象、射频传输稳定等优点。

这个发射器的输入端可插入电磁话筒，用于车队行进中相互联络。也可播放MP3、CD等音源的音乐节目。又可转发电视伴音，用调频收音机的耳机接收，夜间避免打扰别人睡眠。在车里使用时可用车内12V点烟器供电，在家可使用交直流稳压电源供电。

MC2831A发射专用集成电路具有低电压供电、功耗低等特点。这里采用的是DIP－16直插式封装。它的主要技术参数如下：

1.工作频率：14MHz～60MHz

2.工作电压：3V～8V

3.工作电流：4mA(V_{CC}=4V时)

4.话筒放大器：IC的5脚输入为1mV，f=1.0kHz时，闭环增益为30dB。它的内部框图见图1。

为了使电路简单，没有使用MC2831A内部的音频呼叫器和电压检测器。

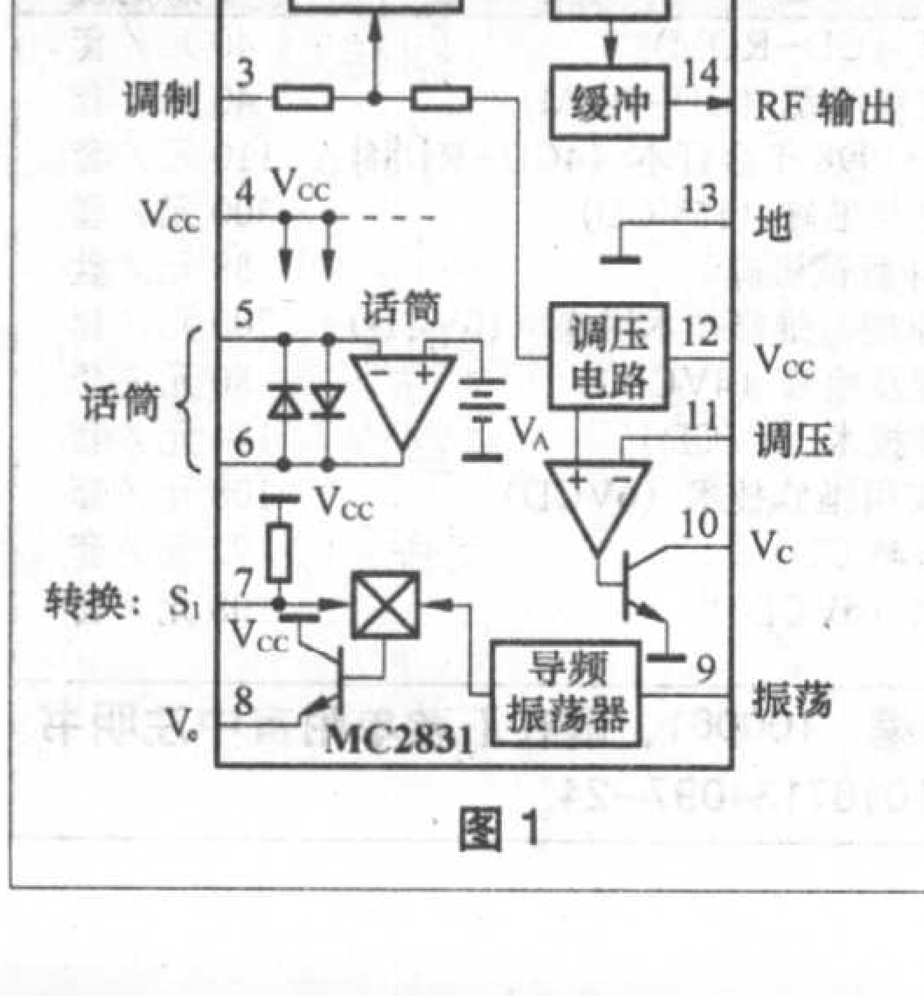


图1

电路的工作原理见图2。话筒BM或音频信号从5脚输入后由集成电路内部运算放大器放大，经6脚输出到3脚去调制高频信号，电感L1和晶体BC串联在1脚与16脚之间使内部电路产生振荡，L1同时具有扩大频偏的作用。14脚输出的经音频调制的载频信号通过VT1放大。同时VT1集电极上的LC构成4倍频谐振并进一步扩大频偏。输出的信号经C10耦合到VT2再放大，经C13到天线发射出去。

电路中R9、C14、C11、C2、C3、VD1起到降压、稳压、滤波作用。使MC2831A工作电压稳定在6V。

元器件选择：VD1选择5V～6V的稳压管。石英晶体为22M～26.9M晶体，因晶体决定发射频率，可调换晶体躲开广播电台频率，本机用的是25M晶体。VT1用9018，β取70～100为好。VT2可选3DA18、3DG12B等国产中功率管，β大于50即可。L1为色码电感5μH～10μH均可。L2、L3可在Φ6mm的钻头上用0.8mm漆包线密绕6匝脱胎。

天线座可用对讲机用的Q9插座，以便与车载天线连接，见图3。

印制电路板图见图4，建议集成电路用16脚集成电路插座，可避免焊

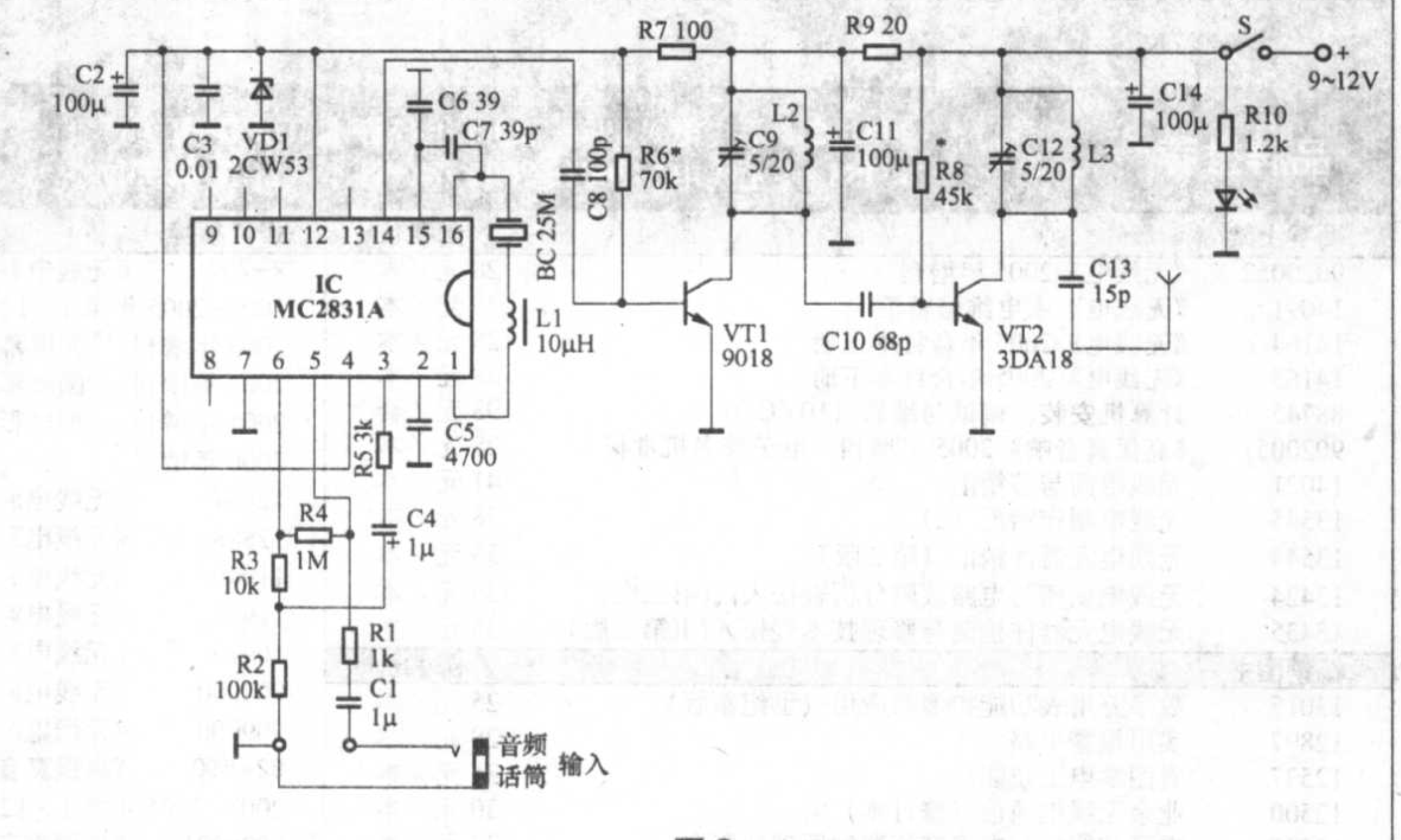


图2

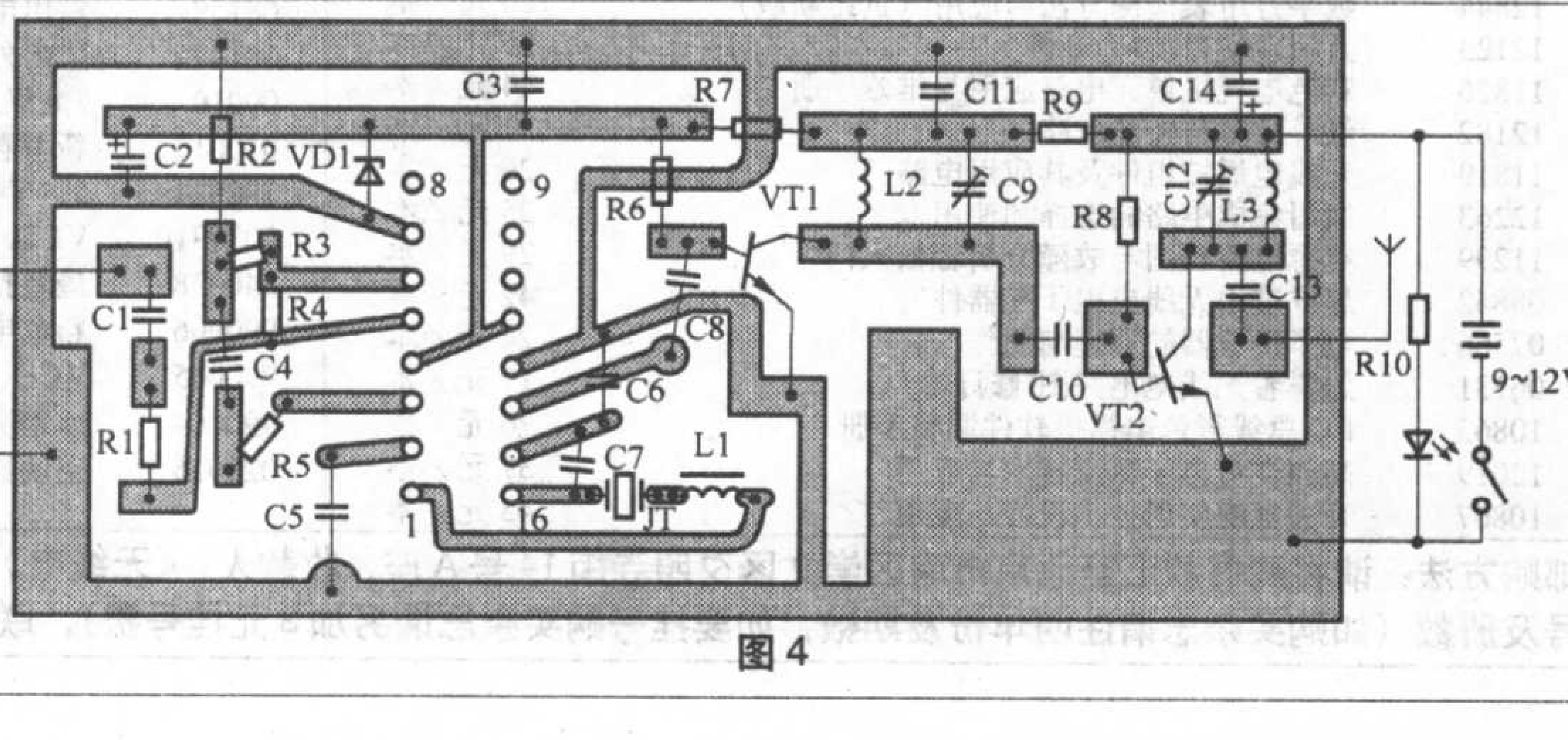


图4

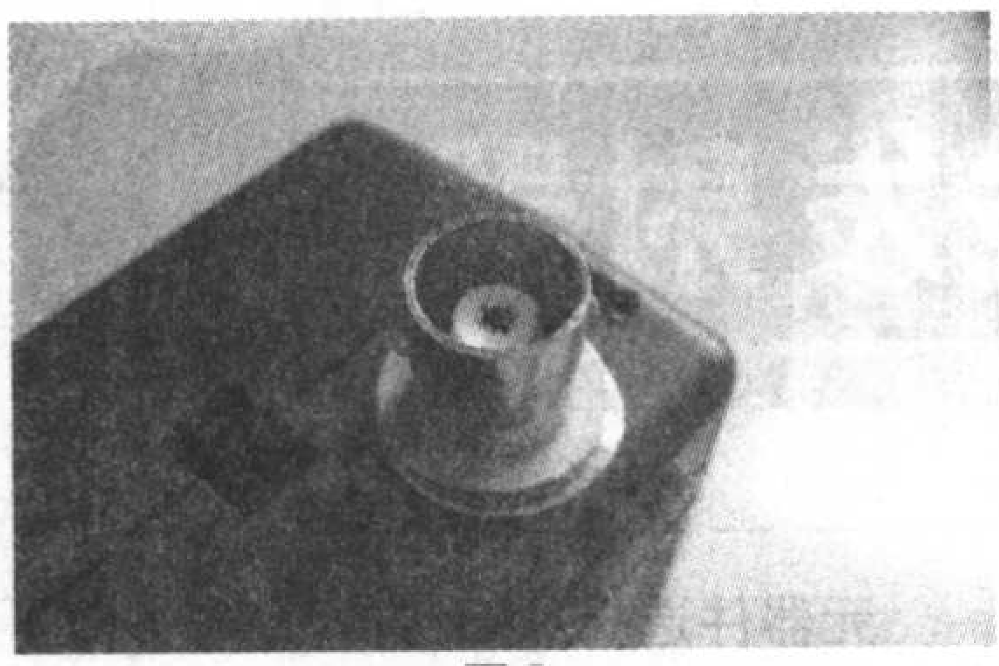


图3

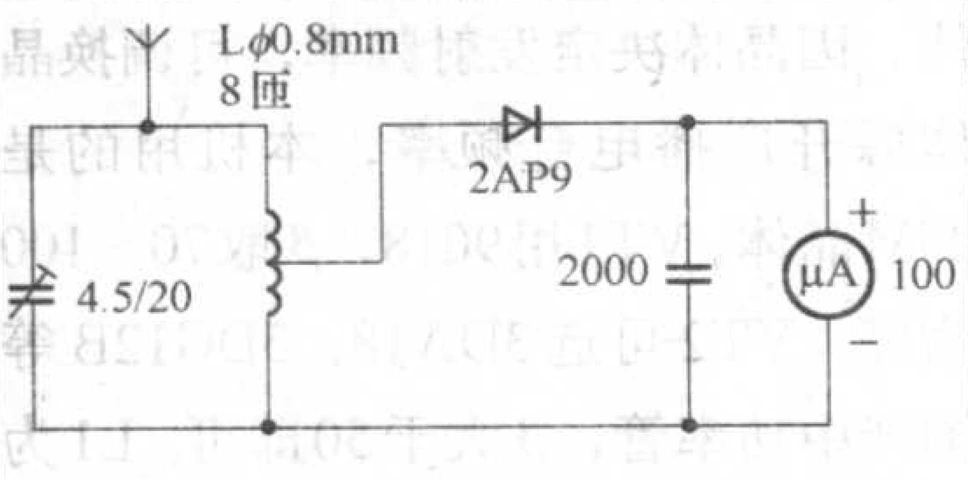


图5

接手艺不精损坏集成电路，也有利于维修！

检查无误后接通电源，用万用表测量MC2831A的管脚电压，只要和附表中数值相近即可。调整R6、R8使VT1集电极电流为15mA，VT2集电极电流为40mA。

插上电磁话筒，接上75cm长的一段铜导线作天线，打开调频收音机，频率调在100MHz，手拍话筒收音机扬声器应发出“啪啪”声。也可自制一简易场强计，见图5。仔细调整发射场强达到最大。

转发MP3时需按图6制作一条可连接电缆。

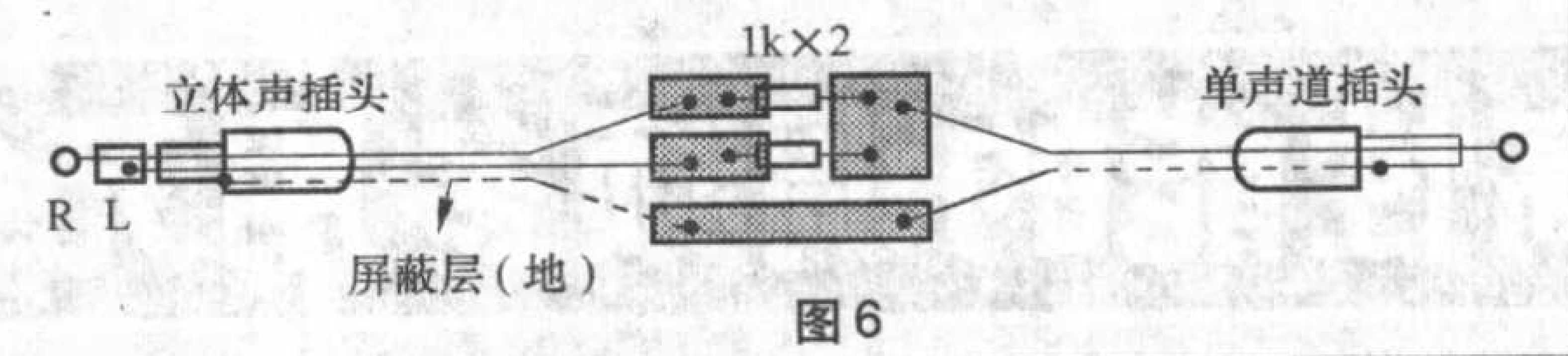


图6

附表：MC 2831A 各脚实测电压值

引脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
电位Ⓥ	3	1.9	1.1	6	1.5	1.5	0	/	/	/	/	6	0	2.9	3.2	3.6

在近距离，天线可用计算机终端50Ω假负载代替，如图7所示。如在汽车上可接VU段车载天线，在400m之内用车载收音机可满意接收！

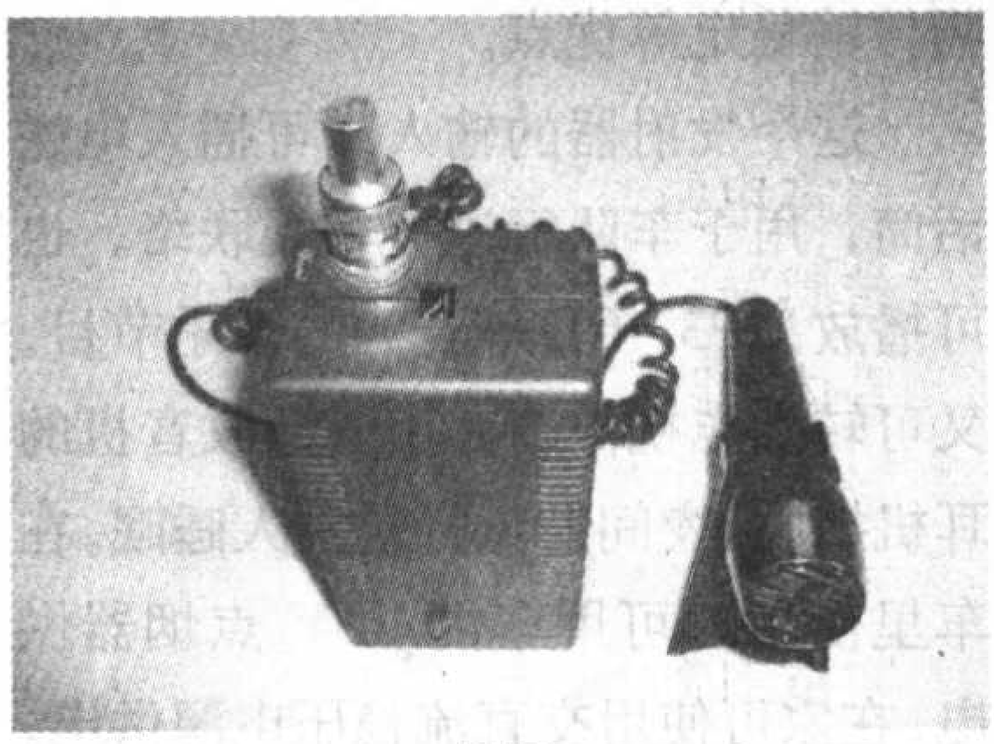


图7

推荐书目

品牌推荐

900102《无线电》1955-2005年合订本（6CD-ROM） 邮购价：120元／套
89488 《无线电》2001-2005年合订本（2CD-ROM） 邮购价：40元／套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元／本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28元／本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28元／本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198元／套
9020051	《高保真音响》2005年增刊　电子管名机赏析	28元／本
14021	无线电问与答精汇	41元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元／本
畅销图书		**邮购价**
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25元／本
12897	实用报警电路	28元／本
12537	看图学电工技能	34元／本
12500	业余无线电通信（修订本）	30元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元／本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20元／本
12123	万用表使用技巧60例	25元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元／本
12182	红外探测与控制电路	51元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元／本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29元／本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42元／本
07566	电子镇流器的原理与制作	24元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元／本
10862	I²C总线彩色电视机软件调整手册	76元／本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37元／本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43元／本

强势品牌		邮购价
2-75	**《无线电》杂志及增刊**	
2003-2005年第1～12期，2006年第1～9期		6.8元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元／本
2000年增刊		6元／本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28元／本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28元／本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28元／本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28元／本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24元／本
902000	《无线电》2000年合订本	45元／本
909900	《无线电》1999年合订本	42元／本
82-590	**《高保真音响》**	
2003-2005年第1～12期，2006年第1～9期		15元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元／本
光盘产品		**邮购价**
68139	常用电子管资料汇萃（CD-ROM）	40元／套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD-ROM）	40元／套
00010	《高保真音响》1994-1998年合订本（4CD-ROM）	110元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元／套
788024	5.1声道DVD质量样版试机碟	38元／盘
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元／套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097-24。

烟雾报警器

文/杨明智 张超

一、概述

目前市场上常见的烟雾报警器的传感器主要有半导体式、光电式和离子式等。离子式传感器中的电离源有辐射性，不利于绿色环保。半导体式传感器具有监控电流大、需要预热的缺陷。本电路综合各方利弊采用了光电式传感器。

具体电路见图1，印制板图见图2。本电路采用通用的双时基集成电路ICM7556，低电流、低功耗，电源电压适应范围宽。报警电路利用音乐片电路来实现，成本低廉，结构简单无需调整。出于教学的考虑，本线路板采用“万能实验板”，如果要转化为产品，另需重新布线。

二、技术指标

直流电源：6V

监控电流≤0.25mA

报警电流≤45mA

监控功率≤1.5mW

三、模块电路

1.振荡电路：集成电路的14脚和7脚分别接电源的正、负极。集成电路的1、2、4、5、6脚内电路以及电阻R1、R2、二极管VD1和电容C1构成多谐振荡电路，用以间歇驱动光电感烟式传感器的红外发射管。

2.光电感烟式传感器：由一只红外发射管、一只红外接收管和烟室组成。在正常状态下，红外接收管不能接收到红外发射管发射的光信号。在烟雾进入烟室后，由于烟粒子的“漫反射”作用，红外接收管就会接收到红外发射管发射的光信号并产生光电流，实现由烟雾信号到电信号的转变。

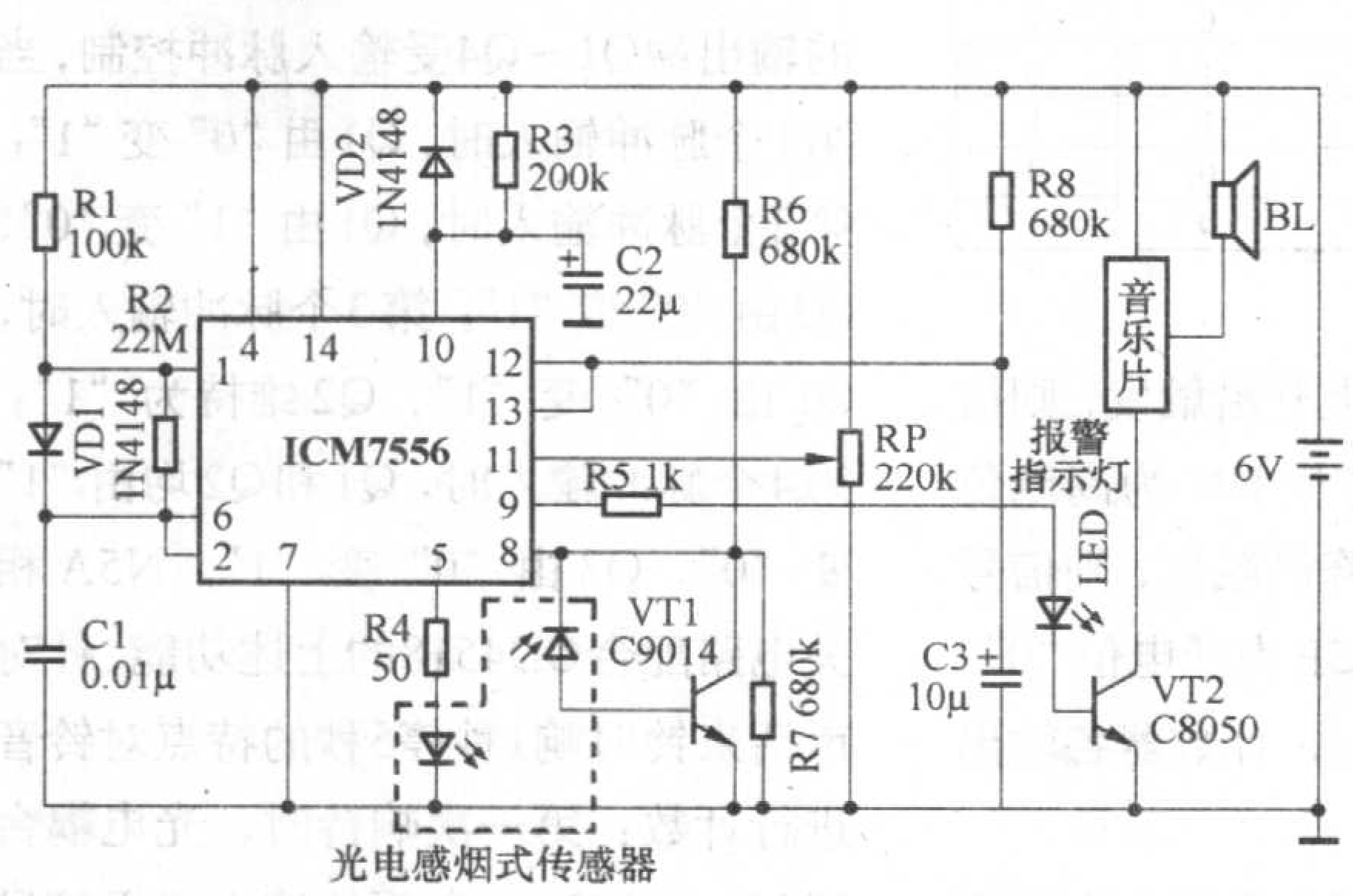


图1

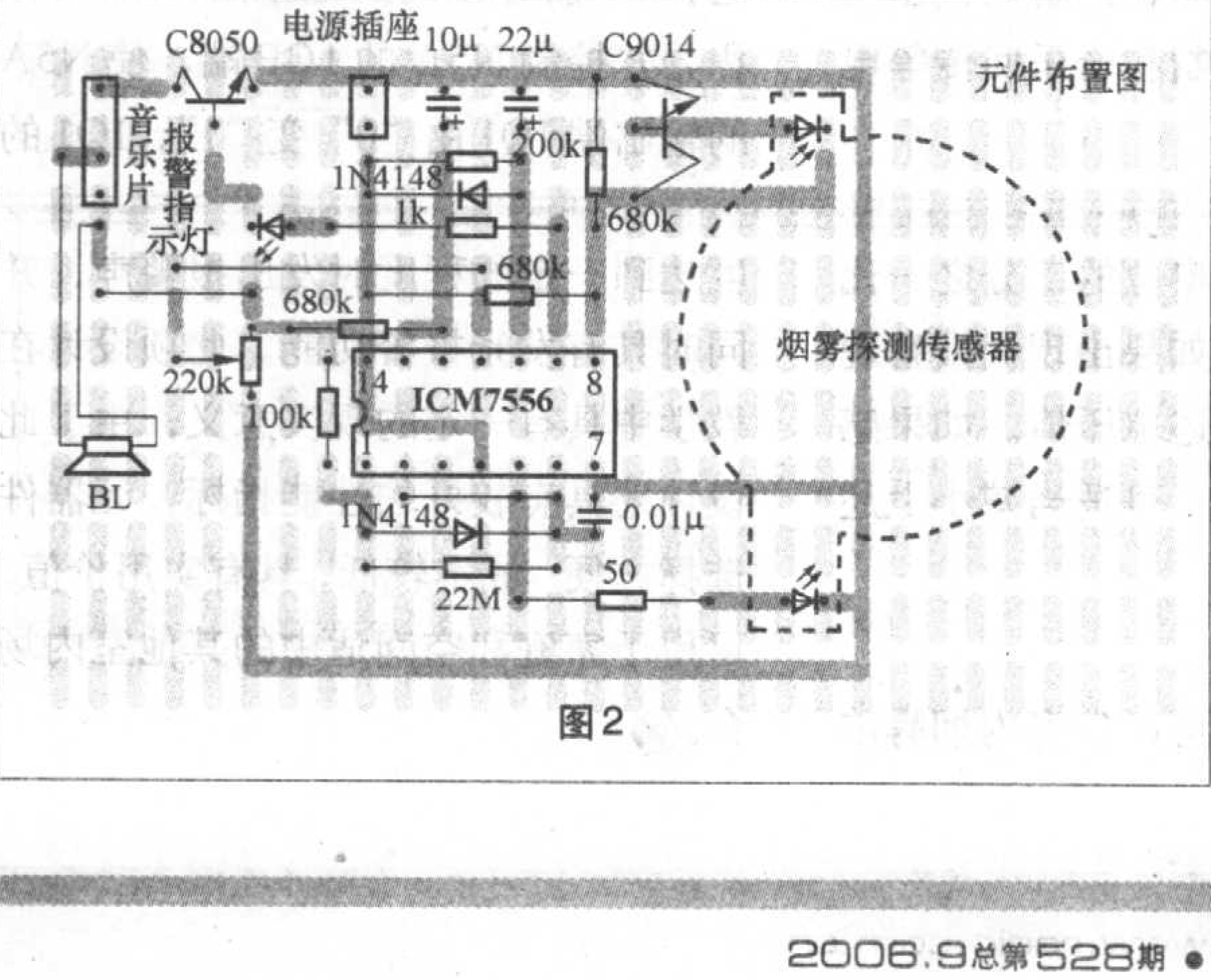


图2

3.单稳态触发器：集成电路的8、9、11、12、13脚内电路以及电阻R6、R7、R8、电位器RP、三极管VT1、光电感烟式传感器的红外接收管和电容C3构成单稳态触发器。其中三极管VT1与光电感烟式传感器的红外接收管及电阻R6、R7构成单稳态触发器的触发电路。集成电路的11脚为控制电压输入端，外接电位器RP可以给11脚提供电压V_{co}，使其略低于8脚电压的2倍，以兼顾到灵敏度并避免误触发。电容C2和电阻R3在电源接通的瞬间使集成电路10脚保持低电平，避免通电时出现误报警现象，断电后电容C2通过二极管VD2迅速放电。

4.声、光报警电路：电阻R5、三极管VT2、发光二极管LED、音乐片和扬声器构成报警电路。

四、工作原理

由于驱动红外发射管的是振荡电路，很小的占空比使得流过红外发射管的平均电流也很小。当一定浓度的烟雾进入烟室时，间歇发射的红外线经过烟雾颗粒的漫反射照射到红外接收管，被红外接收管转换成光电流后又被三极管VT1放大，如果出现集成电路8脚电压瞬间低于$1/2V_{co}$，9脚就会反转为高电平，报警电路立即发出报警声，直至烟雾消失后再延续一段时间才能恢复正常。

五、相关计算

多谐振荡器振荡周期：

$T=T1+T2=(R1+R2)C1\ln2\approx0.15s$

占空比：$q=R1/(R1+R2)\approx0.005$

单稳态触发器延时时间：

$t_w=R8C3\ln3=1.1R8C3\approx7.5s$

六、元器件选择

主集成电路选用美国英特西尔公司CMOS工艺低功耗双时基定时器ICM7556，特点是待机电流小，工作稳定可靠。其中一个时基电路用于多谐振荡器，另一个用于单稳态触发器。RP选用精密电位器。R6和R7选用精密金属膜电阻。红外接收管选用PH302型进口管，红外发射管采用一般的即行。VT1选用穿透电流小、β

具有限时密码和音乐回传功能的电话电器遥控器

文/刘永华　刘 波

本文介绍的HT—971D电器遥控器与普通电话机并联在同一条市话线上，在任何地方均可用固定电话或手机打通该电话的号码后对各种电器进行遥控操作，其主要特点为：1.DTMF双音频解码高可靠、抗干扰、不受传输距离限制，适应现行电话和手机的工作模式；2.检测电话机响铃次数4次以上后密码识别电路才开始工作，不影响电话机的正常接收通话；3.有限时密码控制：遥控操作者10s内不能正确输入密码，遥控器自动关断；4.拨错密码即时关断：遥控操作者键入非密码数字，遥控器即时关断；5.音乐回传：操作成功，被控继电器开通或关断时均向操作者回传内容不同的开机或关机音乐，可据此对工作效果进行正确判断；6.内置交流电源，为解码和控制电路供电，静态时不消耗线路电流，不会对电话机的正常使用造成不良影响；7.将本机与农村或校园的扩音系统合理配接，可在任何地方利用电话或手机遥控开启扩音机进行广播喊话；8.加接中间继电器，扩大带负载能力，可广泛用于工矿企业对水泵等动力系统的遥控、遥测。

4 位二／十进制同步加计数器CD4518功能简介：CD4518内含2组4位二／十进制同步加计数器，引出脚功能见图1，计数器输出状态见附表。每组计数器有两个时钟输入端CP和EN，如用时钟的上升沿触发，则信号由CP端输入，并使EN为高电位“1”。如用时钟的下降沿触发，则信号由EN端输入，并使CP为低电位“0”。清零端Cr置“1”时，计数器各输出端均为“0”。

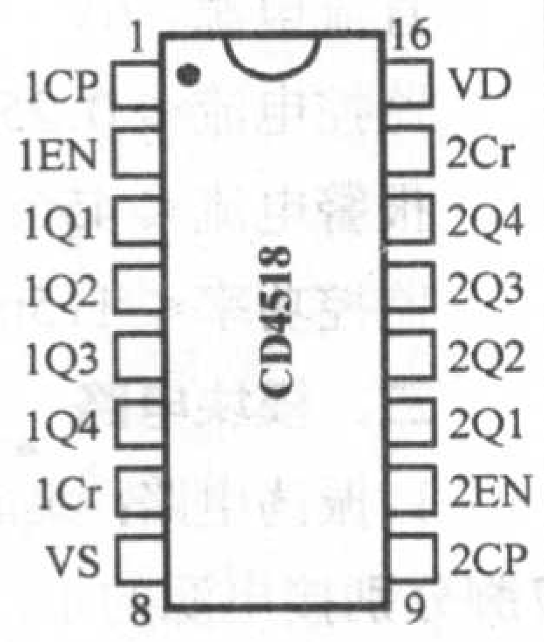


图1 CD4518引脚功能图

附表 二／十进制加计数器状态表

输入状态	输出状态			
CP/EN	Q4	Q3	Q2	Q1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

整机电路工作原理见图2：由直流电源、铃音检测、双音频解码、密码检测、输出负载控制和音乐回传等电路组成。

电源电路：220V市电经变压器T次级输出13V交流低压，VD15～VD18桥式整流，C8滤波，为继电器K1和光电耦合器N1提供直流电源；解码电路N2等集成电路的电源则由R8限流，VD14稳压后供给。

电话铃音检测电路：L1、L2输入端并联在电话机的市话输入线上，无外来电话打进时，开关管VT1、VT2均处于截止状态。来电时与本机并联的电话机响铃音，铃音取样电路R9、C9导通，铃流通过光电耦合器N1控制4位二／十进制同步加计数器N5A（CD4518）进位。按表1所示：CD4518的输出端Q1～Q4受输入脉冲控制，当第1个脉冲输入时，Q1由“0”变“1”；第2个脉冲输入时，Q1由“1”变“0”，Q2由“0”变“1”；第3个脉冲输入时，Q1由“0”变“1”，Q2维持为“1”；第4个脉冲输入时，Q1和Q2均由“1”变“0”，Q3由“0”变“1”。N5A相关电路配合CD4518的上述功能，针对市话来铃时响1秒停5秒的特点对铃音进行计数：第一次响铃时，光电耦合器N1（4N25）内部的感光三极管导通，第4脚输出的正电压由R12、C10积分并控制N5A的1CP端，使N5A的输出端1Q1由“0”变“1”，1Q1的

值不小于400的NPN型三极管，笔者选用C9014。VT2可选用C8050。电路中其他元器件无特殊要求。

七、安装调试

按图中元器件数据安装无误后，先将电位器RP向下调到零位，再接通电源。用数字万用表测8脚电位，然后调整RP，使11脚电位的二分之一比8脚低0.2V左右。如果出现误报警现象，可适当增加上述电压值。如果感觉报警的灵敏度低，可适当减小上述电压值。

八、结语

本烟雾报警器可以在室内烟雾浓度达到一定的程度时发出报警声，并同时具有发光报警功能。此项设计在教学中具有一定的现实意义，由于此设计还具有较好的性能指标，元器件选择方便、成本较低，具有实用价值，可用于家庭和空间适中的其他室内场合。

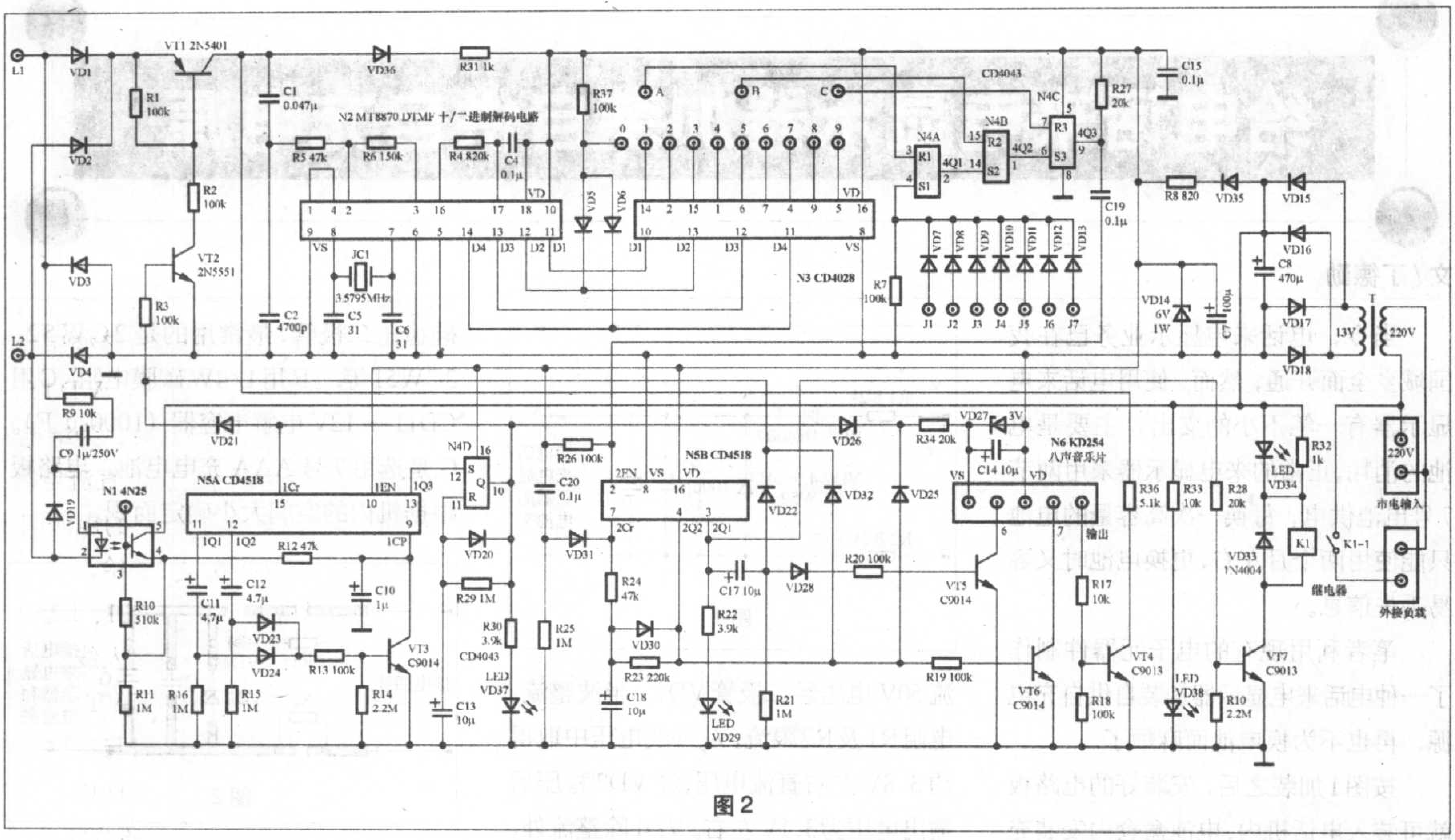


图2

高电平跳变由C11耦合，VD24导通，使VT3导通，C10放电，1CP重新置“0”；同理，N1和R12在第二次和第三次响铃时，再次为C10充电并配合N5A的1Q2和1Q1的电平跳变分别由C12和C11耦合，VD23和VD24导通，使VT3导通，C10放电，形成第二次和第三次的CP计数脉冲。第四次响铃时，1Q3由“0”变“1”，RS触发器N4D（CD4043）翻转，其10脚Q由“0”变“1”，VD21使开关三极管VT2、VT1由截止变导通，双音频解码电路N2接通电话线路，操作者即可输入密码进行遥控。RS触发器N4D翻转后，其输出端Q的高电平通过定时电阻R29为定时电容C13充电，如果操作者10s左右不能正确输入密码，C13上的电压使N4D的R端变为高电平，N4D将自动翻转，输出端Q复零，开关三极管VT2、VT1由导通变截止，双音频解码电路关闭。

双音频解码和密码检测电路：铃流检测电路使开关三极管VT2、VT1导通后，N2（MT8870）将输入的TDMF双音频码解为二进制码，N3（CD4028）将二进制码解为十进制码。RS触发器N4A～N4C组成号码检测电路：本机的号码编制为四位，第一位数字为引导码“J“，后三位为密码ABC。引导码为三位密码以外的任一位“0～9”数字，接于“J1～J7”接点，通过二极管VD7～VD13控制第一组RS触发器N4A的置“1”输入端S1。比如本机设定的引导码为“9”，密码为“628”，则电路中的“J1”和“A”“B”“C”三个编码点分别接N3的第5脚“9”，第7脚“6”、第2脚“2”和第9脚“8”，遥控操作者按第一位数字“9”时，N3的第5脚变高电平“1”，VD7使N4A的S1为“1”，4Q1为“1”，N4B和N4C的输出4Q2和4Q3受S2和S3的控制依次为“1”，电容C19两端均为高电平，密码识别电路处于刷新等待状态。当操作者依次输入密码“628”时，RS触发器N4A～N4C的置“0”输入端R1～R3依次为“1”，输出端4Q1～4Q3依次为“0”，电容C19的电位跳变使4位二/十进制同步加计数器N5B的计数脉冲输入端2EN由“1”变“0”，N5B的第3脚2Q1由“0”变“1”，负载控制管VT7导通。如果所按密码数字或次序不对，识码电路均不动作。实际应用中可将密码“628”之外的7个数字不分次序全部作为引导码接于J1～J7处，当操作者在输入密码的过程中错按“628”之外的任一数字时，N4A的置“1”输入端S1为“1”，N4A～N4C的输出端Q1～Q3均为“1”，密码识别过程立即中断。此设计与上述的N4D密码计时电路配合，可有效杜绝恶意的持续输入和变化号码以获取密码的不良行为。

输出负载控制和音乐回传电路：操作者输入正确密码，N5B输出端2Q1变“1”，经R28使VT7导通，继电器K1吸合，其接点K1-1接通外接负载。电解电容C17输出的正脉冲经VD28和R20使开关管VT5导通，八声音乐片KD254发出由其6脚控制的“开机音乐”，由VT4放大输出，经R36和VT1回传至电话线路上，操作者可听到清晰的回传音乐。音乐回传期间，VD22

给电话来电显示器加装自供自充电源

文 / 丁德勤

当今，电话来电显示业务已在我国城乡全面开通，然而，使用电话来电显示器有一笔不小的支出，主要是电池的消耗。正常的来电显示器采用两节7号电池供电，每换一次高容量的电池只能使用两个月左右，更换电池时又容易丢失信息。

笔者利用现有的电子元器件制作了一种电话来电显示器加装自供自充电源，再也不为换电池而麻烦了。

按图1加装之后，安装好的电路板就可装入电话机内，电池盒仓内安装充电电池，正、负极性接市话外线接线盒电源，建议将万用表拨至直流电压挡进行极性确认。将自供自充电源的“+”、“−”两根引线分别焊接在电池盒内仓“+”、“−”通电端上即可。

自供自充电源取之电话线间的直流50V电压经二极管VD1、半波整流、电阻R1及R2限流，从外线电压中取得约3.8V左右直流电压，经VD2稳压后输出电压为3.1V左右。VD1除整流外，根据二极管的特性，正向导通，反向截止，还保证充电电池不向外线电路放电。所有元器件连接好后，把整个电路固定在话机的多余空间中，只要接线无误，一装即成。VD1 用1N4007型硅整流二极管；VD2用4.5V～6V、0.25W

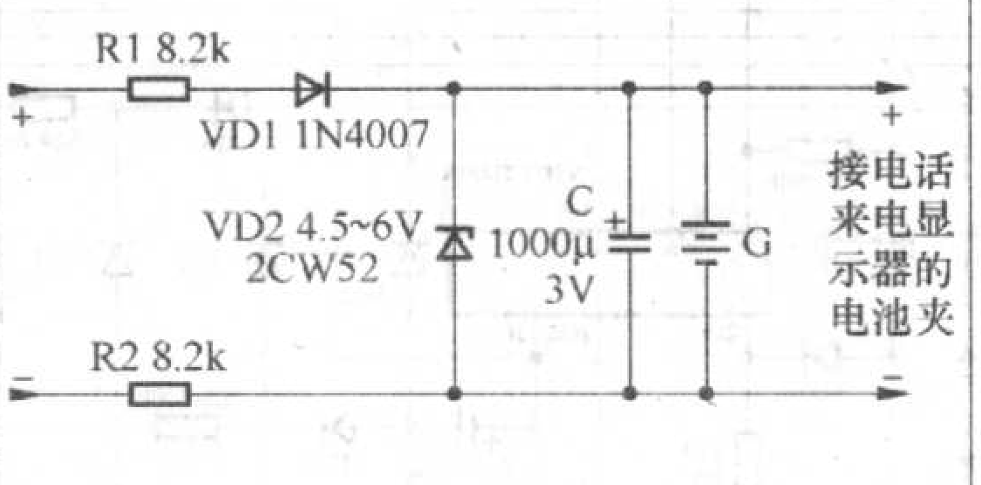


图1

硅稳压二极管，最常用的是2CW52、2CW51等；R用1/4W碳膜电阻；C用CD11—12V电解电容器（1000μF）。G是选用7号AAA充电电池。电路板根据机内的空间大小确定面积。

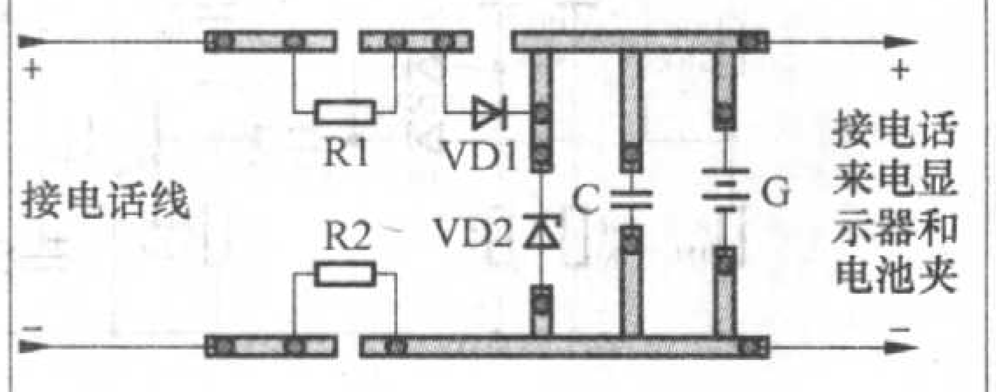


图2

如你的电话机安装以上电路后，电池平时处于电压保持状态，充电电流微小，也就是人们所说的浮充电，电池不会发热。且使用寿命5～6年。电池仅在外线维修或摘机停电时向本机供电，确保原有的信息储存。

取自C17的放电电荷维持开关管VT1、VT2持续导通，避免VT1、VT2因定时电路N4D复零而关断。C17放电完毕，VT1、VT2关闭，市话线路断开，但2Q1维持高电平，负载电路继续处于开启状态。其间如有电话打进，只要不拨入正确密码，2Q1为“1”状态不变，也不影响并联的电话机正常工作。遥控操作者欲关断被控负载，只须重复上述操作过程：依次输入正确密码后，密码识别电路使4Q3由“1”变“0”，C19使N5B再次进位，输出端“2Q1”由“1”变“0”，VT7截止，外接负载关断；“2Q2”由“0”变“1”，经R19使开关管VT6导通，八声音乐片KD254发出由其7脚控制的“关机音乐”，回传至电话线路上。设置开机、关机时不同的回传音乐可使遥控操作者对被控状态心中有数，杜绝盲目操作。在回传音乐期间，VD32使开关管VT1、VT2维持导通。2Q2导通后，定时电阻R23为定时电容C18充电，回传音乐播放完毕后，C18上充得的电平通过R24使N5B清零端2Cr的电平由“0”升为“1”，N5B复零，2Q2由“1”变“0”，电器控制过程结束。

VD1～VD4为极性校正二极管，可使L1、L2在接入过程中不必区分正负极。VD36和R31提供市话线路接通时必需的电流消耗通路（否则电信局内部的计算机检测到回路电流过小时将自动关闭线路）。C20和VD31等在电源刚开通时强制N5B清零。发光二极管VD37、VD38等指示临场的工作状态，VD25、VD26等为N6提供工作电源。

选择继电器触点的接点电流，可以控制不同要求的外接负载。欲外接更大负载可驳接中间继电器以用于工矿企业遥控水泵等大型电器。

倘由K1−1接点控制农村、工矿或校园的扩音系统电源，且将图1电路中的VD22改接N5B输出端2Q1，则本机在第一次开机后将不再自动关断电话线路，此时将VT1的输出信号通过RC网络合理配接至扩音机的线路输入端，则遥控操作者可对着自己的电话或手机喊话，实现遥控广播（注意广播结束后按密码及时关机。笔者咨询电话：0536−7661428）。

一款新型实用的电击蚊子拍

文 / 曾燕凡

一般的电击蚊子拍，电击蚊子时，只是“啪”一声，若同时电击很多蚊子，或杀灭体形较大的苍蝇、飞蛾等害虫时，击毙率不高， 内部电路中的耦合振荡变压器还发出刺耳的“叽叽”小声。图1、图2分别是一种用2节1.5V电池的电子蚊拍原理图和实物图。

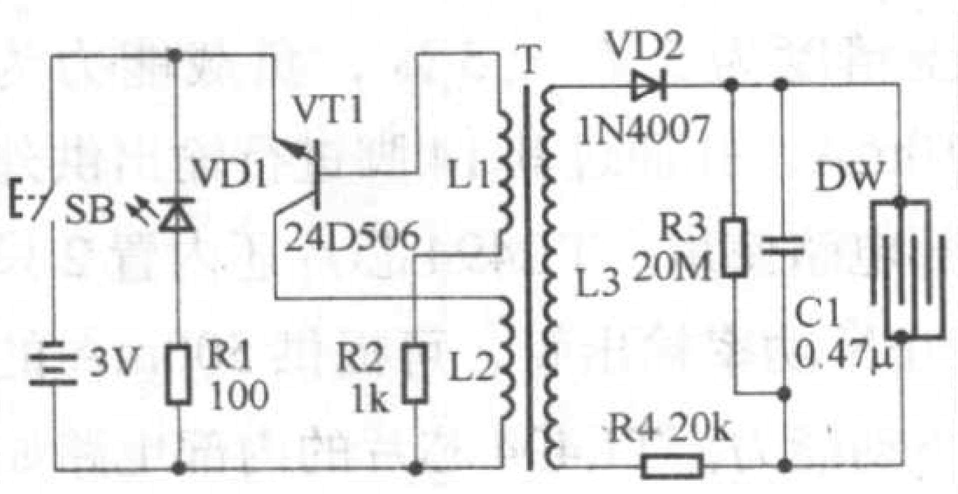


图1

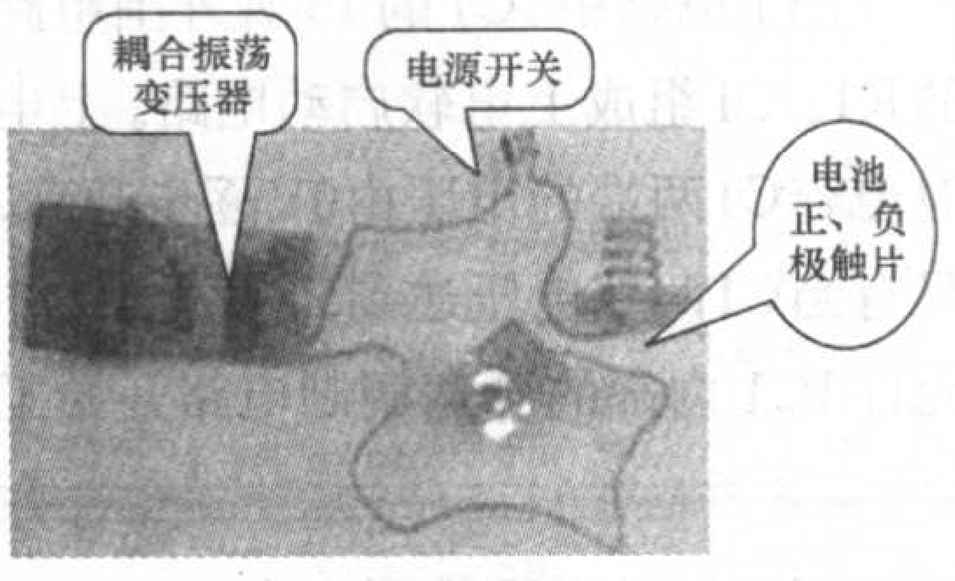


图2

该电路送至高压电网两端的直流高压只有1500V。晚上蚊子较多，两节1号新电池会很快用完。本文介绍的用充电电池代替一般电池，并提高输出的直流高压，采用快速、连续放电电路，不但经济实惠，而且灭蚊效果明显，图3是一款能满足这些要求的新型实用充电式电击蚊拍原理图。

此电路主要由充电电路、变压器耦合多谐振荡器、高压整流升压电路和高压电网等四部分组成。充电时电源开关SB断开（SB为微型轻触开关）。交流220V/50Hz的市电从插头经R2降压成交流4V，送至由VD1、VD2、VD3和VD4组成的桥式整流电路进行整流，得到的脉冲直流直接对2节1.5V充电电池GB充电，C1 (0.1μF/275V) 并联在R2两端，用以消除浪涌脉冲，保护电路，限流电阻R1和发光二极管LED1串联组成电源充电指示电路，充电时，LED1亮。为防止误动作，可在节点1和2之间加装一个拨动开关。

电路中发光二极管LED2和限流电阻R3串联组成工作指示电路，用来指示工作电路通断状态并显示电池电能的耗损情况。按下电源开关SB工作时，LED2发光，由晶体三极管VT1 (NPN型)、电阻R4和振荡变压器T的绕组L1、L2组成的变压器耦合射极输出振荡器开始振荡，振荡频率为18.5kHz，于是在变压器T的绕组L3两端感应出幅度为600V的交流脉冲电压。二极管VD5、VD6、VD7和电容器C2、C3、C4以及C5组成高压整流升压电路，VD5、VD7、C4和C2、C3先将L3感应电压进行半波整流、滤波以及升压，再通过VD6、C5等整流升压滤波，使瞬间输出直流电压高达2800V，传送给采用镀镍钢丝做成的三层高压电网DW。

采用半波整流可降低电容C2、C3以及C4反向承受电压，同时提高电源利用率，VD6、C5等把前面电压进一步提升，如去掉VD6，输出直流高压只有1000V；若去掉VD7，改成二倍压或三倍压，输出直流高压则变为900V或1500V，而且变压器发出“叽叽”声。电路中R1、R2、R3、R4均用1/4W电阻器， C2、C3、C4、C5采用2kV高压电容器，充电电池采用2只1.5V优质电池，循环充电可达600次以上，LED1和LED2分别用绿色和红色的Φ3mm发光二极管。VT1为高频小功率SD965三极管，VD1、VD2、VD3、VD4采用IN4007，VD5、VD6、VD7选用RFC3K和RFC4K，降压整流充电线路板和工作线路板分开，便于装配，具体的实物如图4所示。

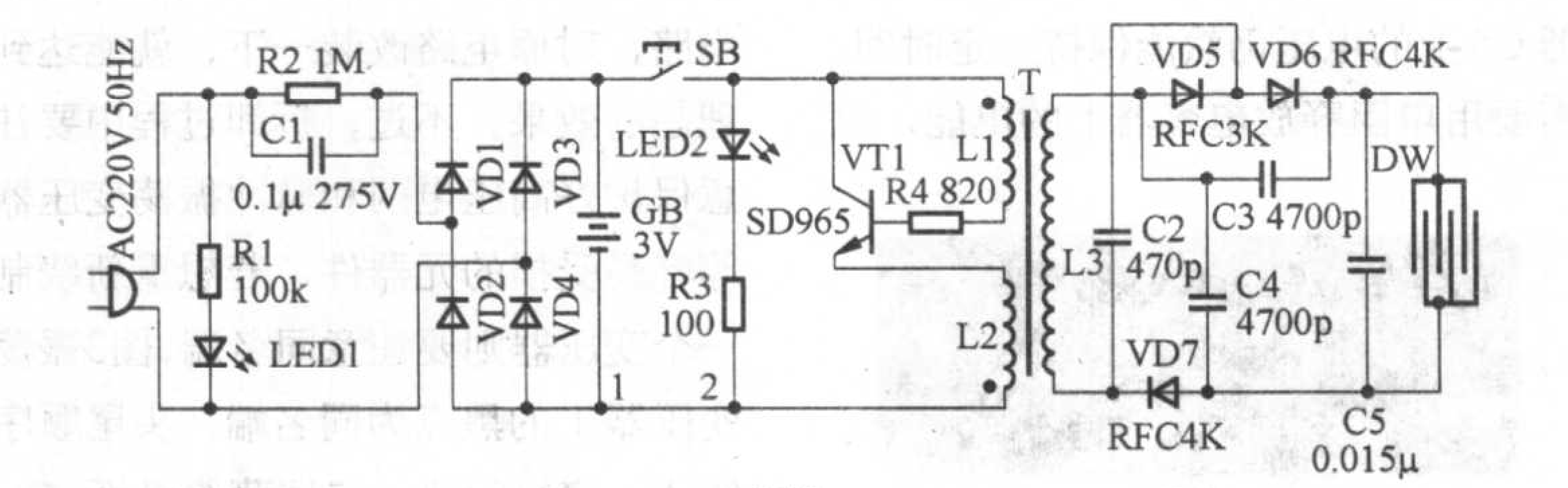


图3

图4

由于采用了高压整流升压电路，

车载逆变器产品的电路及维修方法

文/都永超 万正富

一、市场上常见款式车载逆变器产品的主要指标

输入电压：DC 10V～14.5V；输出电压：AC 200V～220V±10%；输出频率：50Hz±5%；输出功率：70W～150W；转换效率：大于85%；逆变工作频率：30kHz～50kHz 。

二、常见款式车载逆变器产品的电路图及工作原理

目前市场上销售量最大、最常见的车载逆变器的输出功率为70W～150W，逆变器电路中主要采用TL494或KA7500芯片为主的脉宽调制电路。一款最常见的车载逆变器电路原理图见图1。

车载逆变器的整个电路大体上可分为两大部分，每部分各采用一只TL494或KA7500芯片组成控制电路，其中第一部分电路的作用是将汽车电瓶等提供的12V直流电，通过高频PWM（脉宽调制）开关电源技术转换成30kHz～50kHz、220V左右的交流电；第二部分电路的作用则是利用桥式整流、滤波、脉宽调制及开关功率输出等技术，将30kHz～50kHz、220V左右的交流电转换成50Hz、220V的交流电。

1. 车载逆变器电路工作原理

图1电路中，由芯片IC1及其外围电路、三极管VT1、VT3、MOS功率管VT2、VT4以及变压器T1组成12V直流变换为220V/50kHz交流的逆变电路。由芯片IC2及其外围电路、三极管VT5、VT8、MOS功率管VT6、VT7、VT9、VT10以及220V/50kHz整流、滤波电路VD5～VD8、C12等共同组成220V/50kHz高频交流电变换为220V/50Hz工频交流电的转换电路，最后通过XAC插座输出220V/50Hz交流电供各种便携式电器使用。

图1中IC1、IC2采用了TL494CN（或KA7500C）芯片，构成车载逆变器的核心控制电路。TL494CN是专用的双端式开关电源控制芯片，其尾缀字母CN表示芯片的封装外形为双列直插式塑封结构，工作温度范围为0℃～70℃，极限工作电源电压为7V～40V，最高工作频率为300kHz。

TL494芯片内置有5V基准源，稳压精度为5V ±5%，负载能力为10mA，并通过其14脚进行输出供外部电路使用。TL494芯片还内置2只NPN功率输出管，可提供500mA的驱动能力。TL494芯片的内部电路如图2所示。

图1电路中IC1的15脚外围电路的R1、C1组成上电软启动电路。上电时电容C1两端的电压由0V逐步升高，只有当C1两端电压达到5V以上时，才允许IC1内部的脉宽调制电路开始工

对振荡器的输出电压幅度的要求大大降低，其中为600V，因此对变压器T绕组的匝数就减少许多，绕制变压器T，采用5×7的双E型铁氧体磁芯及其配套塑料骨架，骨架和E型磁芯如图5所示。绕制时L1用Φ0.11mm漆

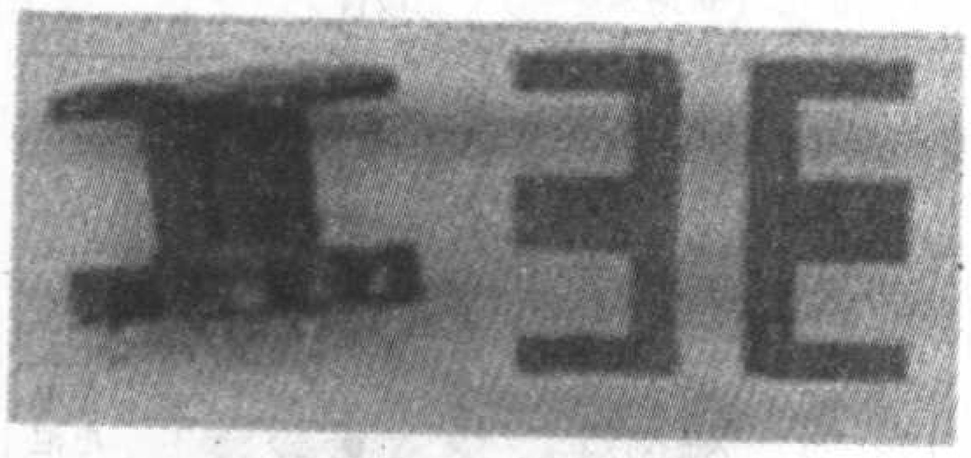


图5

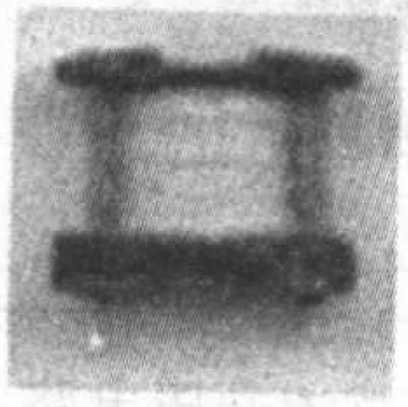


图6

包线绕35匝， L2用Φ0.23mm漆包线绕9匝，L3用Φ0.06mm漆包线绕1900匝，绕制的线圈如图6所示。

由于电路输出2800V的直流高压，蚊蝇触及三层镀镍钢丝高压电网时，电路能快速、连续放电，蚊蝇随即在连续的“叭叭”声中变成齑粉，蚊蝇入网击毙率非常高，使用更是可靠方便。电路中不足的地方是在C5两端缺少一个并联的释放电阻（通常选20MΩ），因为使用过电蚊拍后，电容器C5上的电压仍然能保持一定时间，需要用电阻释放电容器上的电能，以防止不慎触及电网遭到电击。

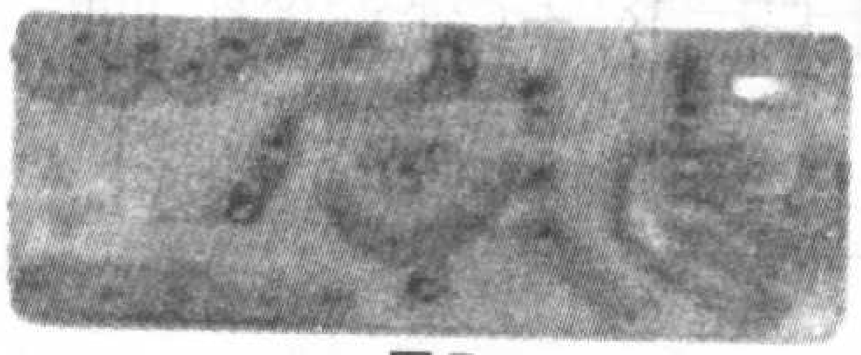


图7

使用此电蚊拍时，一定要注意安全。

以前用电池的电击蚊拍，不用或丢掉都浪费，只要按照图7做一个65mm×25mm工作电路板，用上原电路的二极管、三极管等元器件，三极管用9013、2N5609、8050、MIP506等都可以，从旧电话机中找2个1.5V充电电池配一个简单的降压整流充电电路，对原电路改装一下，就能达到理想的效果。不过，拆卸过程中要注意保护好高压电网和脉冲振荡变压器等容易受损的元器件，若想重新绕制一个变压器则要注意同名端，图3振荡变压器T的黑点为同名端，头尾顺序绕线，绕组间垫一二层薄绝缘纸。

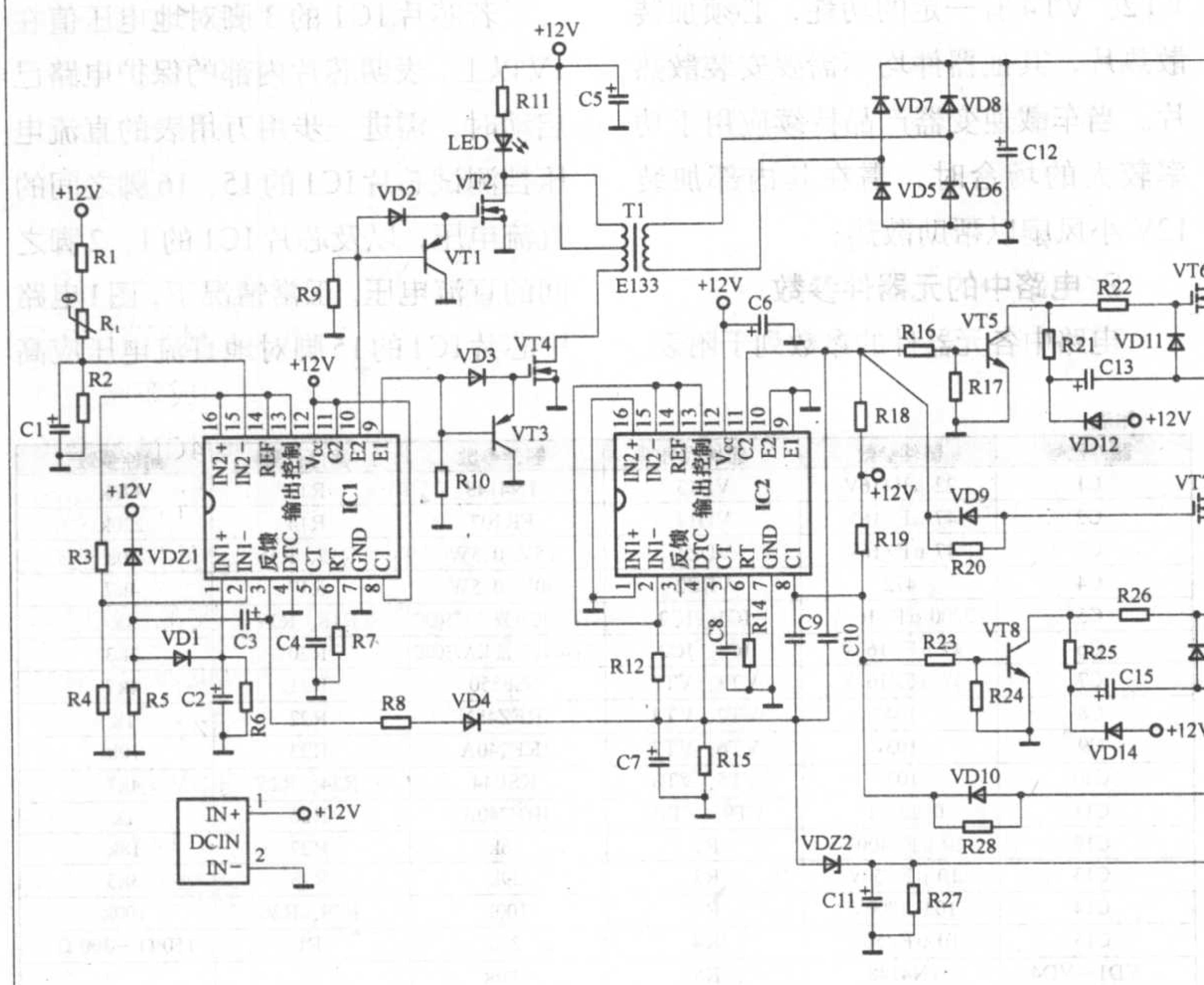


图1

作。当电源断电后，C1通过电阻R2放电，保证下次上电时的软启动电路正常工作。

IC1的15脚外围电路的R1、Rt、R2组成过热保护电路，Rt为正温度系数热敏电阻，常温阻值可在150Ω~300Ω范围内任选，适当选大些可提高过热保护电路启动的灵敏度。

热敏电阻Rt安装时要紧贴于MOS功率开关管VT2或VT4的金属散热片上，这样才能保证电路的过热保护功能有效。

IC1的15脚的对地电压值U是一个比较重要的参数，图1电路中$U \approx V_{CC} \times R2 \div (R1+Rt+R2)$ V，常温下的计算值为$U \approx 6.2$V。结合图1、图2可知，正常工作情况下要求IC1的15脚电压应略高于16脚电压（与芯片14脚相连为5V），其常温下6.2V的电压值大小正好满足要求，并略留有一定的余量。

当电路工作异常，MOS功率管VT2或VT4的温升大幅提高，热敏电阻Rt的阻值超过约4kΩ时，IC1内部比较器1的输出将由低电平翻转为高电平，IC1的3脚也随即翻转为高电平状态，致使芯片内部的PWM比较器、"或"门以及"或非"门的输出均发生翻转，输出级三极管VT1和三极管VT2均转为截止状态。当IC1内的两只功率输出管截止时，图1电路中的VT1、VT3将因基极为低电平而饱和导通，VT1、VT3导通后，功率管VT2和VT4将因栅极无正偏压而处于截止状态，逆变电源电路停止工作。

IC1的1脚外围电路的VDZ1、R5、VD1、C2、R6构成12V输入电源过压保护电路，稳压管VDZ1的稳压值决定了保护电路的启动门限电压值，VD1、C2、R6还组成保护状态维持电路，只要发生瞬间的输入电源过压现象，保护电路就会启动并维持一段时间，以确保后级功率输出管的安全。考虑到汽车行驶过程中电瓶电压的正常变化幅度大小，通常将稳压管VDZ1的稳压值选为15V或16V较为合适。

IC1的3脚外围电路的C3、R5是构成上电软启动时间维持以及电路保护状态维持的关键性电路，实际上不管是电路软启动的控制还是保护电路的启动控制，其最终结果均反映在IC1的3脚电平状态上。电路上电或保

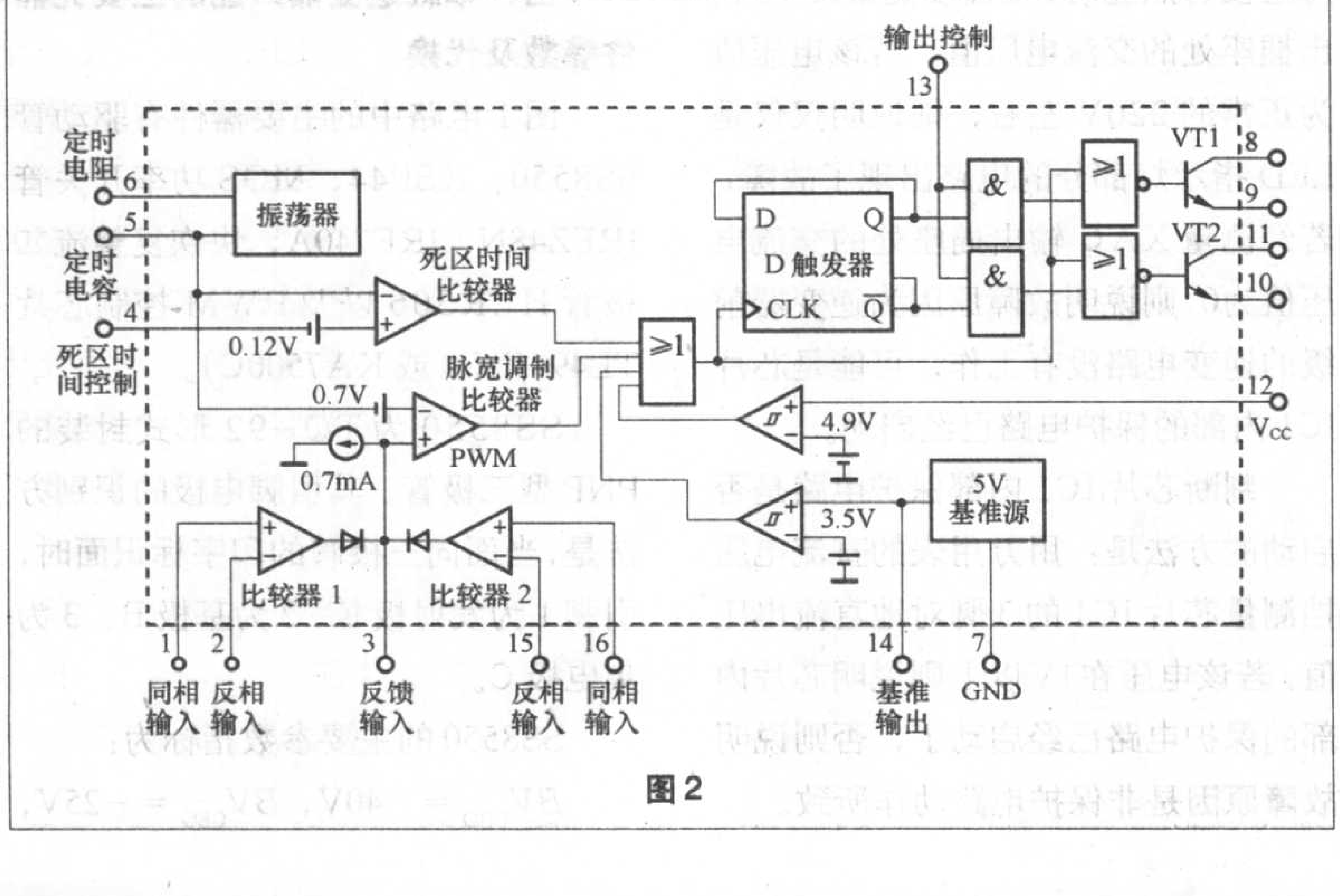


图2

护电路启动时，IC1的3脚为高电平。当IC1的3脚为高电平时，将对电容C3充电。这导致保护电路启动的诱因消失后，C3通过R5放电，因放电所需时间较长，使得电路的保护状态仍得以维持一段时间。

当IC1的3脚为高电平时，还将沿R8、VD4对电容C7进行充电，同时将电容C7两端的电压提供给IC2的4脚，使IC2的4脚保持为高电平状态。从图2的芯片内部电路可知，当4脚为高电平时，将抬高芯片内死区时间比较器同相输入端的电位，使该比较器输出保持为恒定的高电平，经“或”门、“或非”门后使内置的三极管VT1和三极管VT2均截止。图1电路中的VT5和VT8处于饱和导通状态，其后级的MOS管VT6和VT9将因栅极无正偏压而都处于截止状态，逆变电源电路停止工作。

IC1的5脚外接电容C4（472）和6脚外接电阻R7（4k3）为脉宽调制器的定时元件，所决定的脉宽调制频率为$f_{osc} = 1.1 \div (0.0047 \times 4.3)$ kHz ≈ 50kHz。即电路中的三极管VT1、VT2、VT3、VT4、变压器T1的工作频率均为50kHz左右，因此T1应选用高频铁氧体磁芯变压器，变压器T1的作用是将12V脉冲升压为220V的脉冲，其初级匝数为20 × 2，次级匝数为380。

IC2的5脚外接电容C8（104）和6脚外接电阻R14（220k）为脉宽调制器的定时元件，所决定的脉宽调制频率为$f_{osc} = 1.1 \div (C8 \times R14) = 1.1 \div (0.1 \times 220)$ kHz ≈ 50Hz。

R29、R30、R27、C11、VDZ2组成XAC插座220V输出端的过压保护电路，当输出电压过高时将导致稳压管VDZ2击穿，使IC2的4脚对地电压上升，芯片IC2内的保护电路动作，切断输出。

车载逆变器电路中的MOS管VT2、VT4有一定的功耗，必须加装散热片，其他器件均不需要安装散热片。当车载逆变器产品持续应用于功率较大的场合时，需在其内部加装12V小风扇以帮助散热。

2. 电路中的元器件参数

电路中各元器件的参数列于附表。

附表

器件代号	器件参数	器件代号	器件参数	器件代号	器件参数
C1	22 μF/16V	VD13	1N4148	R12	470k
C2	47 μF/16V	VD14	FR107	R14	220k
C3	47 μF/16V	VDZ1	15V/0.5W	R15、R16	10k
C4	472	VDZ2	30V/0.5W	R17	4k7
C5	2200 μF/16 V	IC1、IC2	TL494CN或KA7500C	R18、R19	1k
C6	47 μF/16 V	IC1、IC2	TL494CN或KA7500C	R20	3k3
C7	47 μF/16 V	VT1、VT3	SS8550	R21	4k7
C8	104	VT2、VT4	IRFZ48N	R22	1k
C9	103	VT6、VT7	IRF740A	R23	10k
C10	103	VT5、VT8	KSP44	R24、R25	4k7
C11	0.22 μF	VT9、VT10	IRF740A	R26	1k
C12	10 μF/400V	R1	36k	R27	18k
C13	10 μF/50V	R2	39k	R28	3k3
C14	103/1000V	R3	100k	R29、R30	100k
C15	10 μF/50V	R4	270	Rt	150 Ω ~ 300 Ω
VD1 ~ VD4	1N4148	R5	100k		
VD5 ~ VD8	HER306	R6	4k7		
VD9 ~ VD11	1N4148	R7	4k3		
VD12	FR107	R8 ~ R11	4k7		

三、车载逆变器产品的维修要点

由于车载逆变器电路一般都具有上电软启动功能，因此在接通电源后要等5s ~ 30s后才会有交流220V的输出，同时LED指示灯点亮。当LED指示灯不亮时，则表明逆变电路没有工作。

当接通电源30s以上，LED指示灯还没有点亮时，则需要测量XAC输出插座处的交流电压值，若该电压值为正常的220V左右，则说明仅仅是LED指示灯部分的电路出现了故障；若经测量XAC输出插座处的交流电压值为0，则说明故障原因为逆变器前级的逆变电路没有工作，可能是芯片IC1内部的保护电路已经启动。

判断芯片IC1内部保护电路是否启动的方法是：用万用表的直流电压挡测量芯片IC1的3脚对地直流电压值，若该电压在1V以上则说明芯片内部的保护电路已经启动了，否则说明故障原因是非保护电路动作所致。

若芯片IC1的3脚对地电压值在1V以上，表明芯片内部的保护电路已启动时，需进一步用万用表的直流电压挡测试芯片IC1的15、16脚之间的直流电压，以及芯片IC1的1、2脚之间的直流电压。正常情况下，图1电路中芯片IC1的15脚对地直流电压应高于16脚对地直流电压，2脚对地的直流电压应高于1脚对地的直流电压，只有当这两个条件同时得到满足时，芯片IC1的3脚对地直流电压才能为正常的0V左右，逆变电路才能正常工作。若发现某测试电压不满足上述关系时，只需按相应支路去查找故障原因，即可解决问题。

四、车载逆变器产品的主要元器件参数及代换

图1电路中的主要器件有驱动管SS8550、KSP44，MOS功率开关管IRFZ48N、IRF740A，快恢复整流二极管HER306以及PWM控制芯片TL494CN（或KA7500C）。

SS8550为TO−92形式封装的PNP型三极管。其引脚电极的识别方法是，当面向三极管的印字标识面时，引脚1为发射极E、2为基极B、3为集电极C。

SS8550的主要参数指标为：

$BV_{CBO} = -40$V，$BV_{CEO} = -25$V，

$V_{CE(S)} = -0.28V$，$V_{BE(ON)} = -0.66V$，$f_T = 200MHz$，$I_{CM} = 1.5A$，$P_{CM} = 1W$，$T_J = 150℃$，$h_{FE} = 85 \sim 160(B)$、$120 \sim 200(C)$、$160 \sim 300(D)$。

与TO-92形式封装的SS8550相对应的表贴器件型号为S8550LT1，其封装形式为SOT-23。

SS8550为目前市场上较为常见、易购的三极管，价格也比较便宜，单只售价仅0.3元左右。

KSP44为TO-92形式封装的NPN型三极管。其引脚电极的识别方法是，当面向三极管的印字标识面时，其引脚1为发射极E、2为基极B、3为集电极C。

KSP44的主要参数指标为：

$BV_{CBO} = 500V$，$BV_{CEO} = 400V$，$V_{CE(S)} = 0.5V$，$V_{BE(ON)} = 0.75V$，$I_{CM} = 300mA$，$P_{CM} = 0.625W$，$T_J = 150℃$，$h_{FE} = 40 \sim 200$。

KSP44为电话机中常用的高压三极管，当KSP44损坏而无法买到时，可用日光灯电路中常用的三极管KSE13001进行代换。KSE13001为FAIRCHILD公司产品，主要参数为$BV_{CBO} = 400V$，$BV_{CEO} = 400V$，$I_{CM} = 100mA$，$P_{CM} = 0.6W$，$h_{FE} = 40 \sim 80$。KSE13001的封装形式虽然同样为TO-92，但其引脚电极的排序却与KSP44不同，这一点在代换时要特别注意。KSE13001引脚电极的识别方法是，当面向三极管的印字标识面时，其引脚电极1为基极B、2为集电极C、3为发射极E。

IRFZ48N为TO-220形式封装的N沟道增强型MOS快速功率开关管。其引脚电极排序1为栅极G、2为漏极D、3为源极S。

IRFZ48N的主要参数指标为：

$V_{DSS} = 55V$，$I_D = 66A$，$P_{tot} = 140W$，$T_J = 175℃$，$R_{DS(ON)} \leqslant 16m\Omega$。

当IRFZ48N损坏无法买到时，可用封装形式和引脚电极排序完全相同的N沟道增强型MOS开关管IRF3205进行代换。IRF3205的主要参数为$V_{DSS} = 55V$，$I_D = 110A$，$R_{DS(ON)} \leqslant 8m\Omega$。其市场售价仅为每只3元左右。

IRF740A为TO-220形式封装的N沟道增强型MOS快速功率开关管。其引脚电极排序1为栅极G、2为漏极D、3为源极S。

IRF740A的主要参数指标为：

$V_{DSS} = 400V$，$I_D = 10A$，$P_{tot} = 120W$，$R_{DS(ON)} \leqslant 550m\Omega$。

当IRF740A损坏无法买到时，可用封装形式和引脚电极排序完全相同的N沟道增强型MOS开关管IRF740B、IRF740或IRF730进行代换。IRF740、IRF740B的主要参数与IRF740A完全相同。IRF730的主要参数为$V_{DSS} = 400V$，$I_D = 5.5A$，$R_{DS(ON)} \leqslant 1\Omega$。其中IRF730的参数虽然与IRF740系列的相比略差，但对于150W以下功率的逆变器来说，其参数指标已经是绰绰有余了。

HER306为3A、600V的快恢复整流二极管，其反向恢复时间$T_{rr} = 100ns$，可用HER307（3A、800V）或者HER308（3A、1000V）进行代换。对于150W以下功率的车载逆变器，其中的快恢复二极管HER306可以用BYV26C或者最容易购买到的FR107进行代换。BYV26C为1A、600V的快恢复整流二极管，其反向恢复时间$T_{rr} = 30ns$；FR107为1A、1000V的快恢复整流二极管，其反向恢复时间$T_{rr} = 100ns$。从器件的反向恢复时间这一参数指标考虑，代换时选用BYV26C更为合适些。

TL494CN、KA7500C为PWM控制芯片。对目前市场上的各种车载逆变器产品进行剖析可以发现，有的车载逆变器产品中使用了两只TL494CN芯片，有的是使用了两只KA7500C芯片，还有的是两种芯片各使用了一只，更为离奇的是，有的产品中居然故弄玄虚，将其中的一只TL494CN或者KA7500C芯片的标识进行了打磨，然后标上各种古怪的芯片型号，让维修人员倍感困惑。实际上只要对照芯片的外围电路一看，就知道所用的芯片必定是TL494CN或者KA7500C。

经仔细查阅、对比TL494CN、KA7500C两种芯片的原厂pdf资料，发现这两种芯片的外部引脚排列完全相同，就连其内部的电路也几乎完全相同，区别仅仅是两种芯片的内部运放输入端的基准源大小略微有点差别，对电路的功能和性能没有影响，因此这两种芯片完全可以相互替代使用，并且代换时芯片的外围电路的参数不必做任何的修改。经实际使用过程中的成功代换经验，也证实了这种代换的可行性和代换后电路工作性能的可靠性。

由于目前市场上已经很难找到KA7500C芯片了，并且即使能够买到，其价格也至少是TL494CN芯片的两倍以上，因此这里介绍的使用TL494CN直接代换KA7500C芯片的成功经验和方法，对于车载逆变器产品的生产厂商和广大维修人员来说确实是一个很好的消息。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

主要专题版块
广播与收音机　火腿之家
发烧影音　二手市场
软件地带　创意无限

节能先锋

“节能先锋”活动评选结果

编者按：感谢所有参与“节能先锋”活动以及一直以来对《无线电》组织的“节能先锋”活动关注的读者朋友。节能应该是全社会建立起来的共同意识，我们希望通过此次活动能够有更多的人了解到其实节能只不过是“举手之劳”，通过自己设计、制作的节能作品也能够有很好的节能效果来点亮我们生活的空间。

此次节能先锋活动有很多朋友踊跃参加并把自己制作的节能产品寄给我们，在此我们表示感谢，经过评选共有8组作品获得《无线电》组织的“节能先锋”活动的二等奖和三等奖。一等奖空缺，我们希望以后有更多更好的作品能够参加到“节能先锋”的活动中来，虽然此次活动就此告一段落，但有关节能的稿件或者设计作品我们会永远向您敞开大门。其余没有入围的作品我们都把稿件退还给您并附送一份精美的纪念奖，谢谢您对于“节能先锋”活动的支持并希望您一如既往地支持节能活动。

获奖作品：

一等奖：空缺

二等奖：《教室照明节电控制器》 刘福启

《超高亮LED迷你小台灯》 张晓光

《光控型高亮度LED节能小夜灯》 孙志甫

三等奖：《简易红外遥控电灯开关》 陈沃明 区忠勇

《多功能小夜灯》 马健荣

《微功耗、多用途遥控节能插座》 李万乐

《新颖的按键自锁式节水供水电路》 丁德勤

《衣车节电器》 戴中清

欢迎订阅
2007
无线电

传承50年精华·打造全新专业科普期刊

·连续三届荣获国家期刊奖
·中国期刊方阵双奖期刊

主要栏目
- 特别企划
- 家电与维修
- 电脑·单片机·通信
- 应用电路与制作
- 初学者园地

通俗实用
专业科普

每期附加光盘

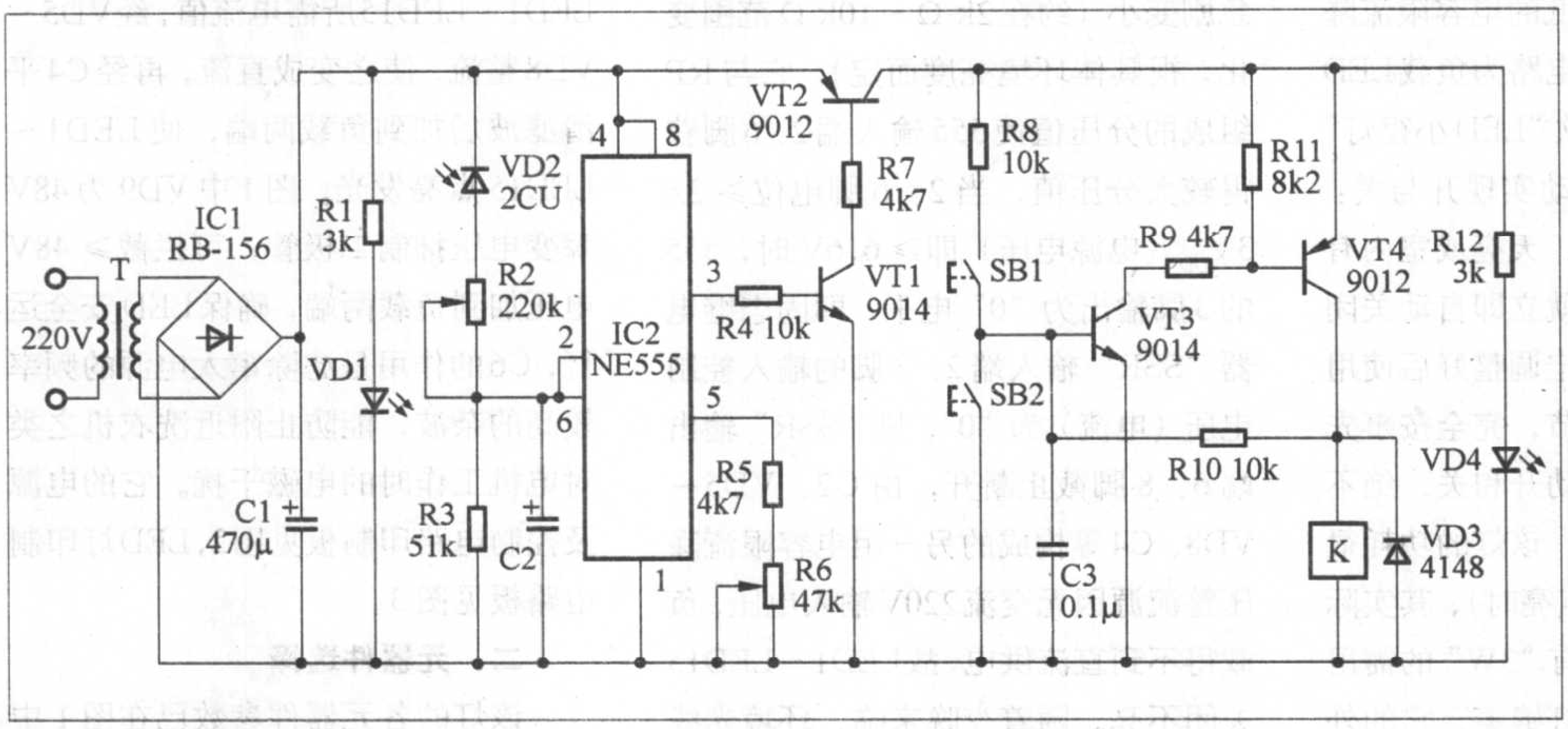
主编：黄彤
编辑：《无线电》杂志社
地址：北京市崇文区夕照寺街14号A座
邮编：100061
电话：67132837(发行部) 67129313(广告部)
网址：www.radio.com.cn

邮发代号：2-75 国外代号：M106 定价：6.80元（附光盘）

教室照明节电控制器

文/刘福启

在各类学校中，由于人们的节约意识淡薄，在白天自然光很强的情况下，教室内的长明灯仍然到处可见，这是一种极大的浪费。笔者根据学校的实际情况，设计并制作了教室照明节电控制器，在白天光线达到一定照度时，教室内电灯会自动关闭，只有当教室内照度下降到一定程度时才允许开灯照明。



工作原理

电路如附图所示，市电经变压器T降压、IC1整流、C1滤波后，输出12V直流电压，VD1为电源指示发光二极管。电源经光电二极管VD2和电阻R2、R3分压后加在时基电路IC2的2、6脚。当环境光线由强变弱时，VD2的内阻由小变大，当IC1的2、6脚电压下降到1/3V_{cc}时，IC1输出状态反转，3脚输出高电平，VT1、VT2饱和导通，后级电路得电，VD4发光，指示允许开灯照明。当按下SB1的瞬间，电源经R8、SB1加到VT3基板，VT3、VT4饱和导通，继电器K得电吸合，其触点接通照明灯电源回路，同时，VT4集电极的电压经R10反馈到VT3的基极，使VT3、VT4维持导通，K得以自保。需要关灯时只需按下SB2，VT3基极对地短路的瞬间，VT3、VT4截止，K释放，切断照明灯电源。

当环境光线由弱变强时，VD2的内阻由大变小，当IC1的2、6脚电压上升到2/3V_{cc}时，3脚输出低电平，VT1、VT2截止，后级电路失电，K释放，自动关闭教室内的照明灯。图中C2的容量较大，可防止夜间的瞬时强光照射VD2时使教室内电灯熄灭，C3可防止外界干扰，提高电路的可靠性。R5、R6的加入可改变照明灯由亮到灭、由灭到亮过程中的滞后程度，它们的阻值越小，滞后程度也就越小。

制作与调试

元器件清单如附表所示，将图中元器件焊接在一块6cm × 9cm的电路板上，固定在相应的塑料盒内，VD1、VD4应安装在机壳比较醒目的位置。当教室内光照度不需要开灯照明（光照度200lx左右）时，自下而上调整R2，使K刚好释放，VD4熄灭，当教室内光照度下降到需要开灯照明（150lx左右）时，自下而上调整R6，使VD4发光，调整R6后会影响R2的设定值，需要再次调整，如有条件利用照度计调整比较方便。

安装与使用

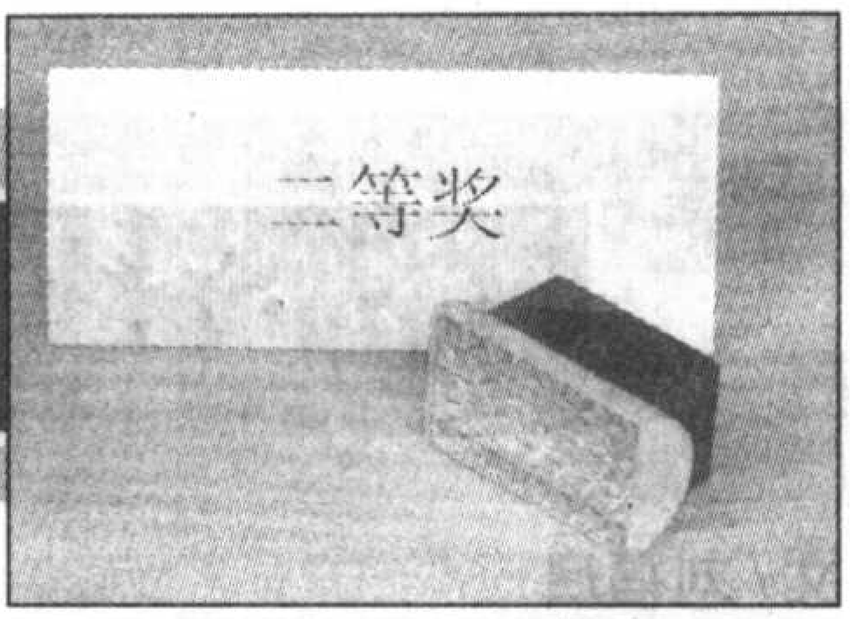
将控制器固定在教室内适当位置，VD2应处在教室内灯光照不到的窗口朝外方向，以采集自然环境光照度，SB1、SB2可利用原有的墙壁开关改制，方法是：在墙壁开关的面板上钻孔，装上两个自复位按钮SB1、SB2。在教室内光线较弱、VD4发光的前提下，按一下SB1，照明灯开启，按一下SB2照明灯应熄灭。图中元器件参数的控制功率≤5kVA。

附表 教室照明节电控制器元器件清单

元件名称	标号	型号和参数	元件名称	标号	型号和参数
光敏二极管	VD2	2CU	电容	C1	470u 25V
集成电路	IC1	RB156		C2	22u 16V
	IC2	NE555		C3	0.1u
三极管	VT1、VT3	9014	电阻	R1、R12	3k
	VT2、VT4	9012		R3	51k
二极管	VD3	1N4148		R4、R8、R10	10k
发光二极管	VD1	φ3红色		R7、R9、R5	4k7
	VD4	φ3蓝色		R11	8k2
电源变压器	T	3W 12V	可变电阻	R2	220k
继电器	K	ZH4115 12V		R6	47k

节能先锋

光控型高亮度LED节能小夜灯



文/孙志甫

如果有一盏自控型的高亮度、低功耗、长寿命小夜灯装在居室、卫生间或过道边，不但节能还可以省去人工控制的麻烦，在方便生活的同时定能感受到科技进步带来的乐趣。

本人应用光控原理，用15只超高亮度LED等一些极普通的元器件设计制作成一款“光控高亮度LED节能小夜灯”，其采用造价极低的电容限流降压整流源及简单稳压电路为负载LED和光控电路供电。这款“LED小夜灯”能随环境亮度变化自动实现开与关：天暗时自动开启点亮；天亮或室内有其他主灯点亮时，它就立即自动关闭熄灭。该灯经首次设定调整好后使用中再也不需要重新调节，完全按事先设定好的环境照度自动开和关，绝不会产生误动作。此外，该灯的功耗很低，约0.8W～1W（点亮时），其实际亮度可与目前市售标有“3W”的需用手动开关控制的小夜灯媲美。它的外观请参见题头照片。

一、工作原理（见图1）

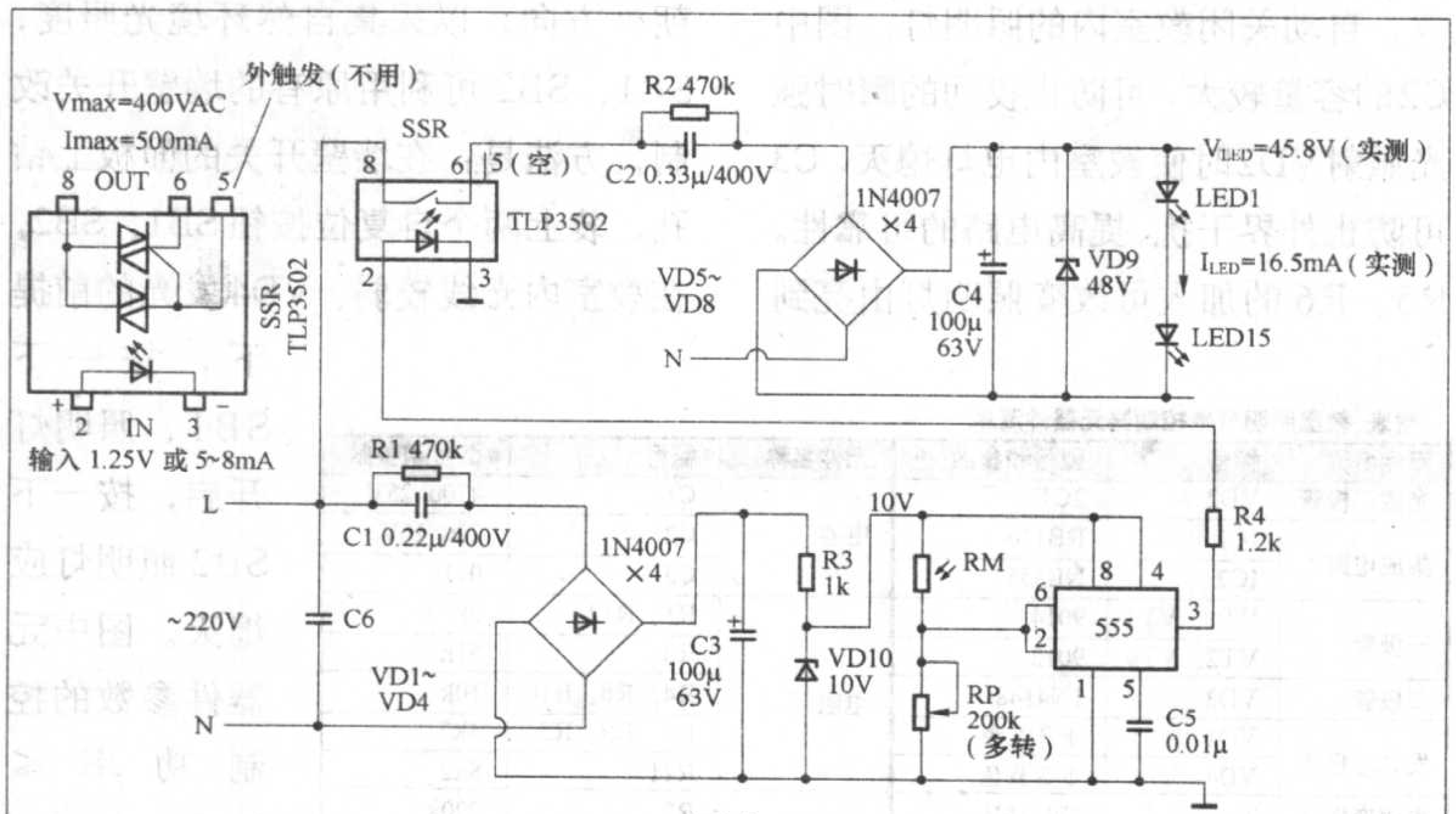


图1

将带有L、N两孔电源插头的光控LED小夜灯插入电源插座，此时市电220V经C1限流、VD1～VD4整流、C3滤波使之变成平滑直流，再通过R3、VD10稳压后输出10V直流电压供给由RM、RP、555时基电路等组成的光控电路，假设此时是白天，由于光敏电阻RM受环境光线照射，其阻值急剧变小（约在2kΩ～10kΩ范围变化，视具体环境亮度而定）。它与RP组成的分压值使555输入端2、6脚获得较大分压值，当2、6脚电位≥2/3V_{DD}（电源电压）即≥6.6V时，555的3脚输出为“0”电平，即固态继电器“SSR”输入端2、3脚的输入控制电压（电流）为“0”，则“SSR”输出端6、8脚截止断开，由C2、VD5～VD8、C4等构成的另一组电容限流降压整流源因无交流220V输入电压，负载得不到直流供电，故LED1～LED15关闭不亮。随着夜晚来临，环境光线逐渐由亮变暗，光敏电阻RM的阻值也逐渐由小变大（最大可变化到2MΩ～3MΩ，视具体环境暗度而定），使555输入端2、6脚电位逐渐下降，当该电位下降到≤1/3V_{DD}即≤3.3V时，555输出端3脚输出高电平（约9V），它通过限流电阻R4向“SSR”输入端2、3脚注入6mA～8mA工作电流，此时“SSR”输出6、8脚由截止变为导通，交流220V经C2限流锁定到负载LED1～LED15所需电流值，经VD5～VD8整流，使之变成直流，再经C4平滑滤波后加到负载两端，使LED1～LED15点亮发光。图1中VD9为48V瞬变电压抑制二极管，可拦截≥48V电压加到负载两端，确保LED安全运行，C6的作用是滤除窜入电源的频率较高的杂波，能防止附近洗衣机之类对电机工作时的电磁干扰。它的电源及控制电路印制板见图2，LED灯印制电路板见图3。

二、元器件选择

该灯的各元器件参数已在图1中注明，在此着重对以下三种元器件的选购加以说明：

1. 发光二极管

选用超高亮（白光）LED，俗称“草帽管”。工作电压（V_F）=3.0V～3.2V，工作电流（I_F）=18mA～20mA，亮度：≥800mcd，光发散角≥120°（更适合照明）。

选管时应注意：(1) 在统一工作电压（即固定测试电压值）情况下，各管电流误差应尽量控制在±15%之内，好在目前市场上不少产品的一致性都做得比较好，上述要求容易达到；(2)用万用表R×10k挡测试每只LED的正反向电阻，尤其是反向电阻越大

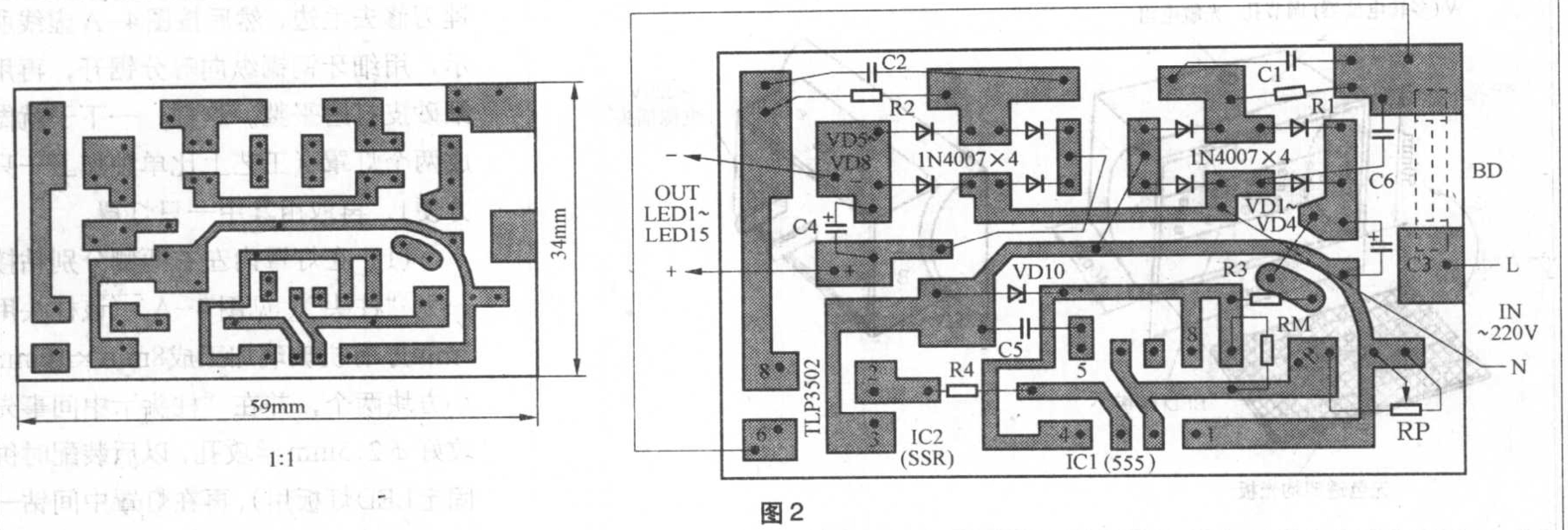


图2

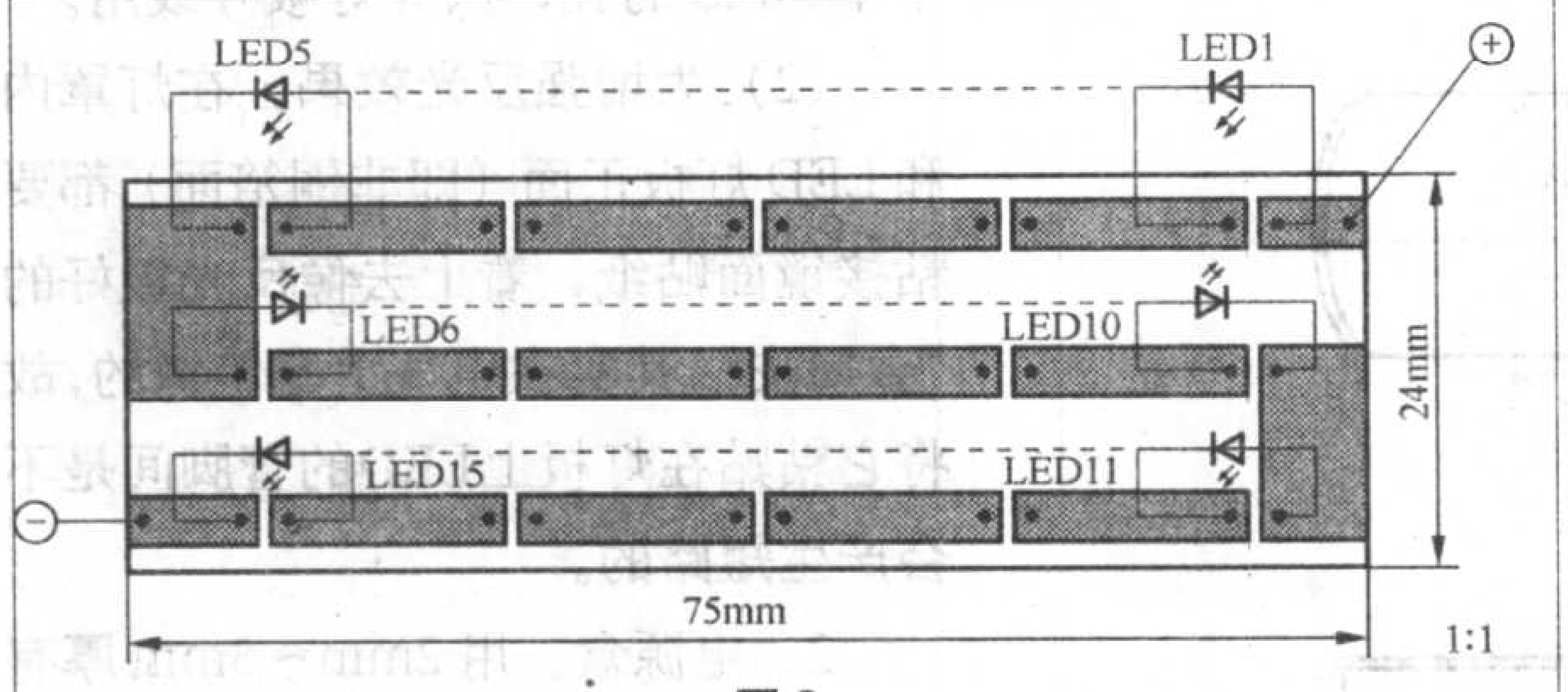


图3

越好，以电表指针不动为佳。

2. 光敏电阻RM：选用亮阻范围为2kΩ~20kΩ，暗电阻范围为2MΩ~3MΩ。

3. 电位器：选用小型“3296”型多转电位器（该电位器调节细腻，调好后的阻值不会因震动等各种因素而改变，确保控制电路的稳定性）。

三、制作成本（按上海电子市场零售价）

LED：0.4元／只~0.5元／只，555时基电路：0.8元／只

光敏电阻：0.6元／只~0.8元／只，固态继电器（TLP3502）：2元／只

小型多转电位器（约20转）3296型为0.3元／只~0.5元／只，其他：2.5元~3元，上述总体成本13元~15元。

四、焊接和调试（初调）

1. 按图1正确焊接好图2、图3印制电路板中的所有元器件及相关连接导线，在焊接电位器时应事先将它的阻值调到中间值（100kΩ），并注意在印制电路板（图2）中的焊接位置，以确保该电位器顺时针方向转动时电阻增大，反时针方向转动时电阻减小（方便今后使用）。

2. 在图2印制电路板标有“L、N”处焊接一根带两眼插头的临时电源线（注意不要和相邻铜箔或其他元器件碰触）。

3. 在负载LED灯板电路中串联一只电流表（量程：20mA~50mA）。

4. 在仔细检查无错焊、漏焊、虚焊的基础上即可通电调试。具体方法如下：

(1) 将两眼插头插入交流220V电源插座（注：印制板上已带电，操作时要小心，切不可随便用手去碰触电路板和元器件以免触电，需要检查应先拔去电源插头）。此时，光敏电阻受环境光线照射，由图1工作原理可知，由于负载灯板上无直流工作电压，故LED熄灭不亮。

(2) 接着用一只不透光的笔套罩住光敏电阻RM（模拟暗环境），负载灯板两端因此而获得直流供电，LED立即被点亮发光，同时观察电流表读数，若在15mA~18mA之间即属正常范围。上述在光敏电阻上罩上笔套灯就亮、去掉笔套灯就灭的模拟试验，应反复多做几次，在确认光控功能正常和负载电流合适的情况下，调试即告结束。只要元器件质量保证，焊接正确可靠，一装即成。调试结束后拔去电源插头，在电路板上拆除临时电源线和电流表后即可作为合格备件供正式装配灯具之用（如感觉该灯的亮度太高，可将LED减少为10只，此时C2应改用0.22μF/400V，瞬变电压抑止二极管VD9应选用32V~35V，其他元器件不需变动）。

五、灯具安装注意事项

1. 安装使用时应将该灯装有光敏电阻的一面朝上插入电源插座，使它能充分接收环境光线照射。

2. 确保电源插座有电及该灯具插头和电源插座间接触良好。

3. 由于该灯亮度比较高，应尽量避免该灯自身光“反馈”的影响，即不要将该灯直接安装在距镜子或其他良好反射物很近的对面，否则由于该“光控灯”所发出的光通过镜子或其他反射物反射回来达到一定强度，被光敏电阻所接收而“起控”，可能会引起该灯进入自动熄灭→再点亮→再熄灭……的循环，产生闪烁的不稳定现象。

六、灯具使用时的设定和调整（将该灯插入电源插座）

1. 当环境已比较明亮，而光控

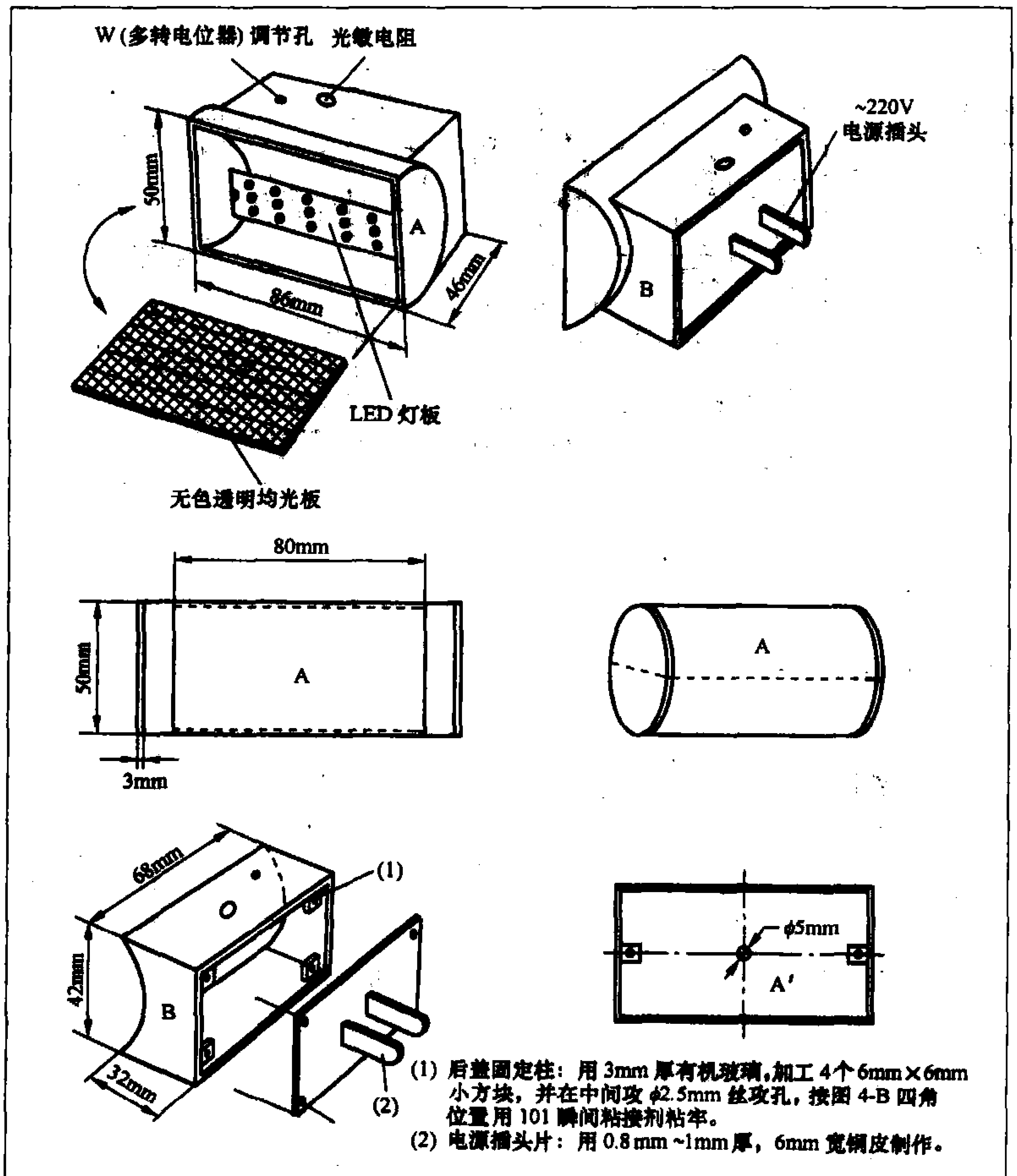


图4

LED仍未自动关闭熄灭，此时可适当提高电位器RP与RM分压值，即提高555时基电路输入端2、6脚的电位，只须用钟表起子顺时针方向慢慢转动RP（增大RP阻值），边调节边观察，直到LED熄灭（为避开临界点，可将电位器稍稍调过头1圈~2圈）。

2. 当环境光线已很暗，但LED仍未自动点亮，说明555输入端电位比较高，555输出控制端3脚仍为“0”（低电平），“SSR”截止，导致负载没有工作电压，故LED不亮，此时应适当降低555输入端电位，可用起子反时针方向慢慢转动RP（减小电阻），边调边看，直到LED被点亮，并将RP调到稍稍过头1圈~2圈即可。

3. 简单复核一下该灯分别在“亮”和“暗”的两种照度情况下的开、关状态是否正常，可以模拟操作，用遮蔽物（钱币之类都可）人为盖住光敏电阻，LED应立即点亮，移开遮蔽物LED就立即熄灭，然后到晚上再试一次，即开启室内主灯时LED立即熄灭，再关闭室内主灯时LED应立即点亮，这样调整即告结束，可正式投入使用。

七、灯壳制作（见图4）

1. 灯罩。取用一段φ50mm，长80mm的PVC建材塑料管，两端用锉刀锉平，再用2mm~3mm厚白色有机玻璃加工两块直径各为50mm的圆片，用“101”瞬间粘接剂将上述两个圆片封粘在PVC塑料管两端（注：101比502胶水好用，干得快，粘得牢），待胶水干透（一般需3小时~4小时），用锉刀修去毛边，然后按图4-A虚线所示，用细牙钢锯纵向等分锯开，再用细砂皮打磨平整。这样，一下子就做成两个灯罩（工艺上比单独加工一只方便），再取用其中一只灯罩。

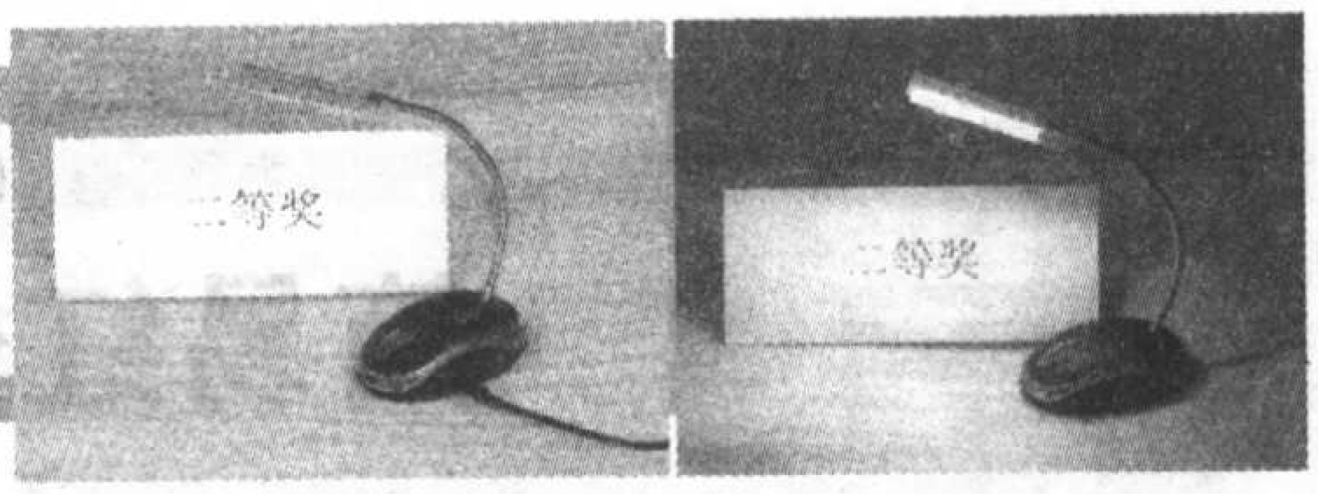
（1）在灯罩内左右两侧分别粘接一只“柱头”，见图4-A′（该柱头用3mm厚有机玻璃加工成8mm×10mm小方块两个，并在“柱头”中间事先攻好φ2.5mm丝攻孔，以后装配时供固定LED灯板用），再在灯罩中间钻一个φ5mm的孔，供穿灯板导线用。

（2）为增强反光效果，在灯罩内和LED灯板正面（即非铜箔面）都要粘接镜面贴纸，看上去像反光极好的“金属皮”，其实在电气上是绝缘的，故将它粘贴在灯板上LED的管脚间是不会产生短路的。

2. 电源盒。用2mm~3mm厚有机玻璃按图4-B加工，用“101”胶接，待干后修除毛边，用细砂皮打磨好粘接灯罩的圆弧（建议最好另截一段φ50mm塑料管作“圆模”，管外再包一层细砂纸，用它去打磨电源盒圆弧既快又精准，这样在胶接灯罩时会非常顺利和紧密无缝），然后将电源盒B和前面已加工好的灯罩A对准用“101”胶接，再在电源盒后盖处胶接四个后盖固定柱（即用3mm厚有机玻璃加工4个6mm×6mm的小方块，并在中间攻φ2.5mm丝攻孔，胶接在图4-B四角位置），加工好电源盒后盖板并在后盖上固定好电源插头片(用0.8mm~1mm厚、宽6mm铜皮条制作)。到此，灯壳制作就大功告成。接下去就可将前面已调试好的电源控制板和LED灯板分别装进电源盒B和灯罩A，连接好相关导线，并用φ2.5mm螺丝固定好电源板和灯板，再盖好电源盒盖板，用φ2.5mm平机螺丝拧紧，这样一款“熠熠生辉的”光控LED节能小夜灯就露出真容展现在你的面前。

节能先锋

超高亮LED迷你小台灯



文/张晓光

超高亮LED迷你台灯具有零辐射、零污染、零频闪、光照均匀、亮度稳定、低光衰、更接近自然光等特点，超高亮LED是一种有着广阔发展前景的节能光源。

电路工作原理

迷你小台灯电路如图1所示。图中VD1为防充电反接二极管，即在外接充电器电压极性接反时，阻断充电功能，以防充电器及电路损坏。R1、LED10组成充电发光指示电路。R2、VT、R4、LED11组成充满电发光指示电路。GB用的是两节7号1.2V镍−氢可充电电池。S为台灯开关，L1为升压蓄能电感线圈，VD2为升压续流二极管，C1为滤波电容，IC1为超高亮白色发光二极管专用DC/DC升压集成电路。LED1～LED9为超高亮发光照明二极管。

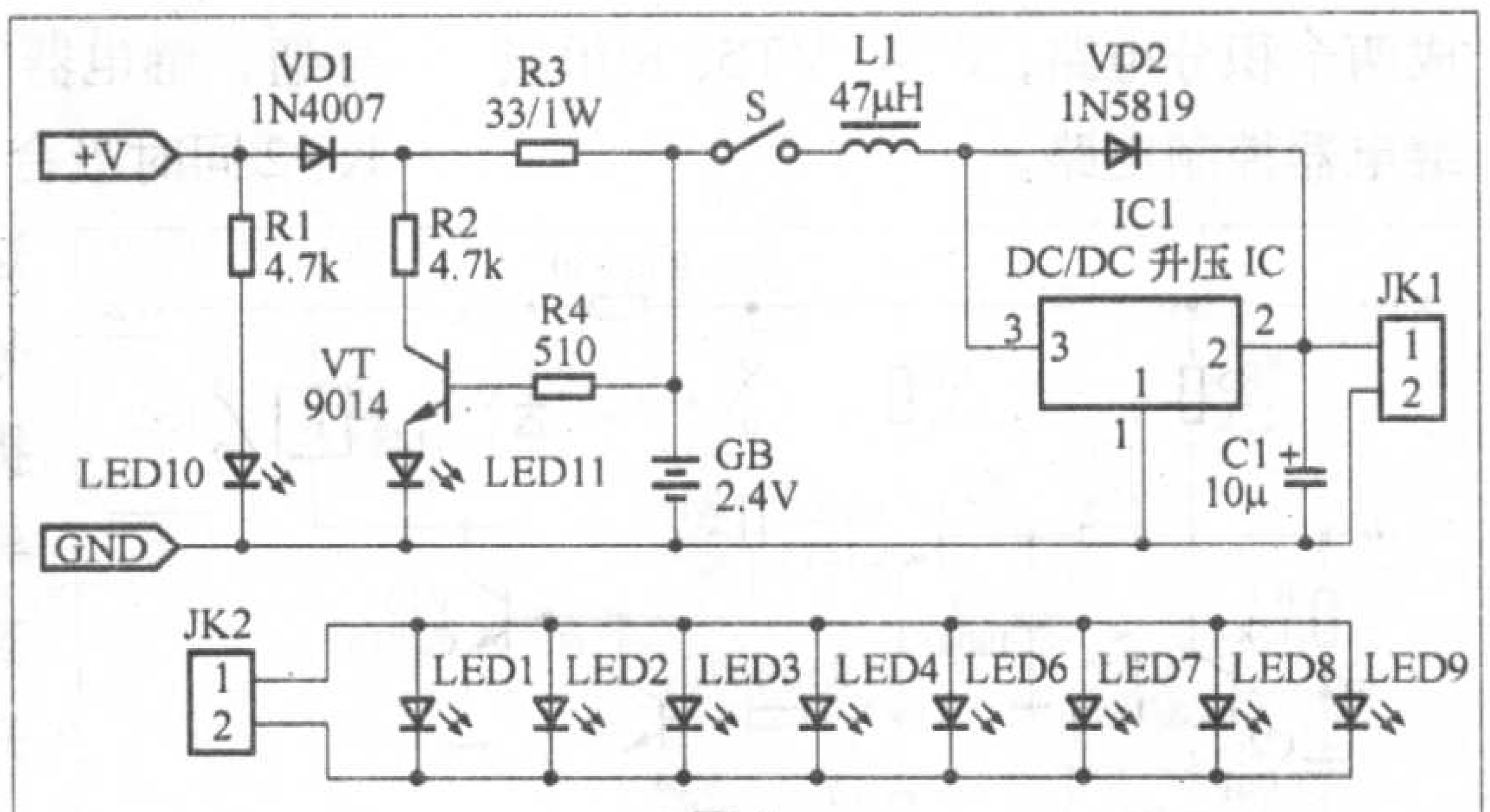


图1

本电路的核心器件是IC1(2100A)，它是微小型SOT−89−3封装的DC/DC升压集成电路，能将直流1V以下的电压升高到3.3V以上，为超高亮LED发光二极管提供工作电压。使用时只要打开小台灯开关，9只超高亮LED就会大放光芒。当充电时，只有外接充电器的正极接入VD1的正极时充电电路才能工作；当外接充电器的极性接反时，由于二极管VD1的阻断作用，电路中没有电流通过，不能工作，杜绝了充电器反接后损坏充电器电路的可能。当外接充电器的极性正确接入时，有电流通过R1、LED10，发光管指示正在充电，此时由于电池电压低于2.7V，VT不导通，充满指示灯LED11不亮；随着充电时间的延续，GB的电压逐渐升高，当升高到2.7V以上时，VT导通，LED11点亮，表示电池电压已充满。从电路中可以看出，VT的导通条件是$U_{b1}>U_{e1}$，$U_b-U_e=0.7V$，又由于LED11是串接在VT的e极上，LED11选用2.0V电压点亮的普通发光二极管，故此，LED11点亮的电压为2V+0.7V=2.7V。

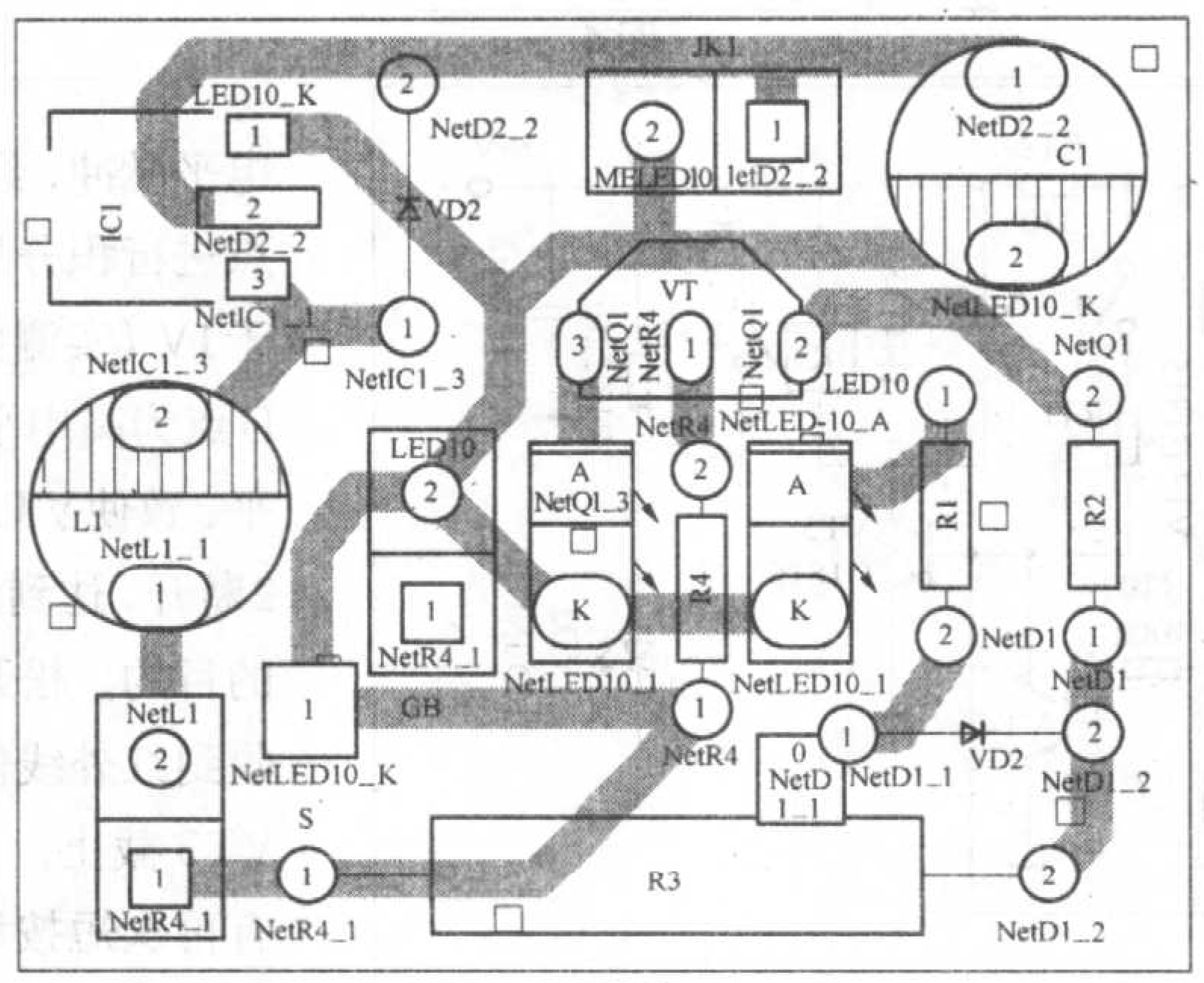


图2

使用方法

迷你小台灯的实物图见题图。本迷你台灯的右侧面装有两挡拨动开关和DC−005型充电插座；正上方有红绿两个指示灯，其中红色指示灯为充电进行指示灯，绿色灯为充电完成指示灯。当蓄电池电量不足时，外接+5V电源给蓄电池充电，此时红色指示灯亮，若一段时间之后绿灯亮，则表示蓄电池充电已经完成。

节能效果

本迷你小台灯选用9只新式超高亮度白色LED发光二极管做照明光源。一只超高亮LED正常工作时的功率约为50mW，所以本迷你台灯功率不到0.5W。而现在普通台灯的功率一般在5W～20W，本迷你台灯的耗电量不到其十分之一。

小台灯外壳选用废弃的电脑光电鼠标（保留其三个按键，拆除电路板上其他元器件），支杆使用旧耳机上的蛇皮管，开关S选用两挡拨动开关，插座选用DC−005型，LED灯罩由废弃塑料芯片盒改造而成。之后将电路板、插座、开关和蓄电池用AB胶固定于鼠标内。

电路中元器件参数见附表。电路印制板图见图2。

附 表

元件名称	型号	参数值	数量
超高亮白色LED	φ 5mm		9
电解电容C1		10μ/50V	1
二极管VD1	IN4007		1
二极管VD2	IN5819		1
DC/DC升压IC	2100A		1
电感L1		47μH	1
VT	9014		1
电阻	1/8W	4.7kΩ	2
电阻	1W	33Ω	1
电阻	1/4W	510Ω	1
普通LED		φ 3mm	红、绿各1只
两挡拨动开关			1
充电插座	DC−005		1
充电电池	7#		2节

节能先锋

简易红外遥控电灯开关

文 / 陈沃明 区忠勇

在日常生活中,"随手关灯"说起来容易做起来难。往往由于电灯开关离得较远,即使在暂时不需要照明的时候,人们也懒得去熄灯,任其亮着,直到临睡前或外出才关掉电灯。这种情况十分普通,造成电能的大量浪费。如果能够遥控开灯和关灯,就会使人们很容易养成随手关灯的好习惯。但是,考虑到遥控装置的成本,很难普及和推广。在此,本人经过反复试验,提出了一种简易红外遥控电灯开关的电路方案(图1):遥控发射器可使用家中任何一种红外发射器代用,不需专门制作,遥控接收电器选用普通二极管和三极管等元器件,成本低,易制作,每套只需9元左右。

电路原理

简易型电灯遥控开关电路原理图

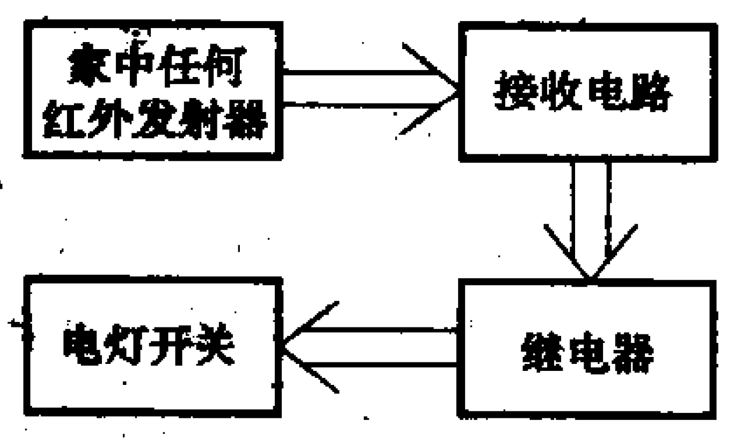


图1

如图2所示。整个电路可以分成三部分。

1. 图3中,IR为红外线遥控接收头,未接收到红外线信号时,1脚输出高电平,接收到红外线信号时,1脚输出一连串低电平脉冲。

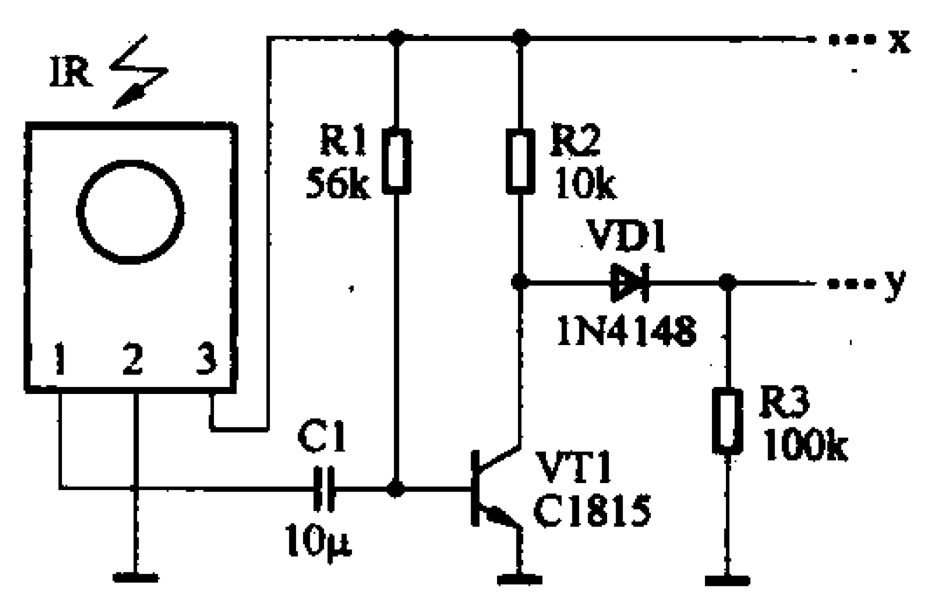


图3

2. 图4中,R4、C2与R7、C3组成两个积分电路,VT4、VT5、K组成继电器控制电路。

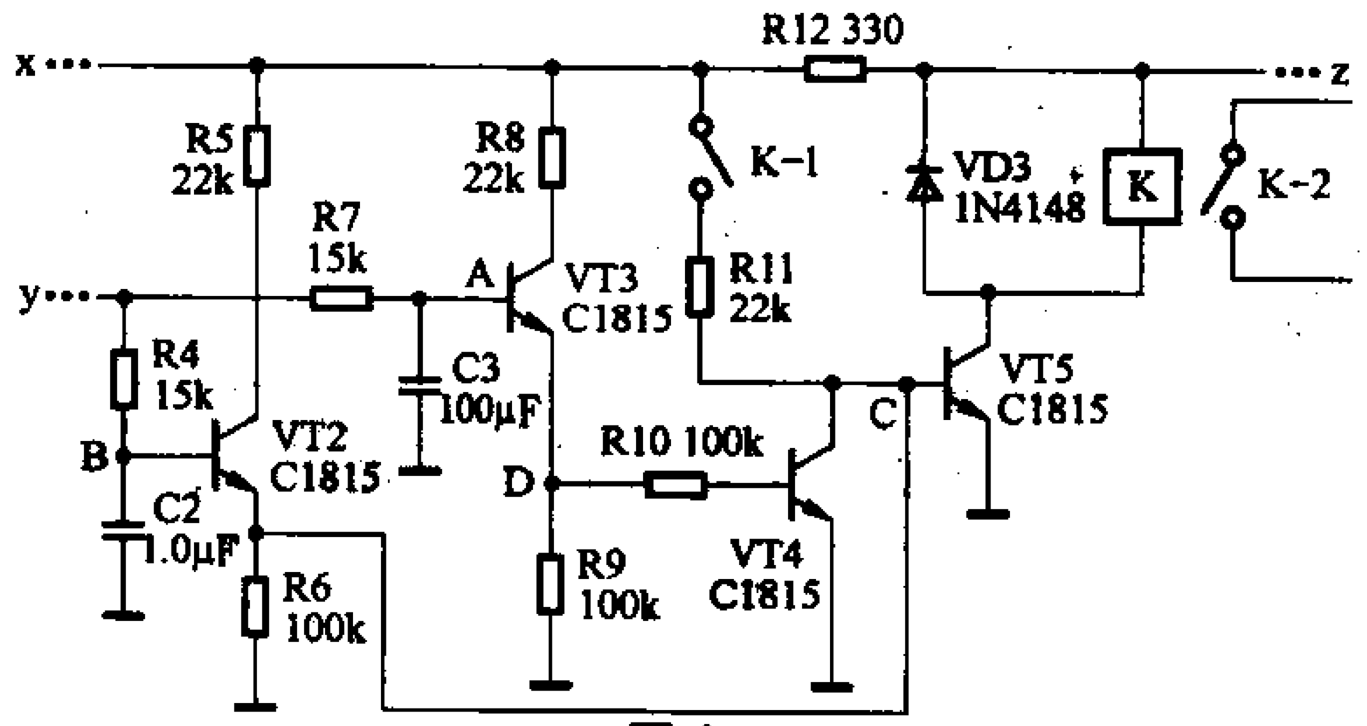


图4

3. 图5中,发光二极管作为电路工作的指示灯。

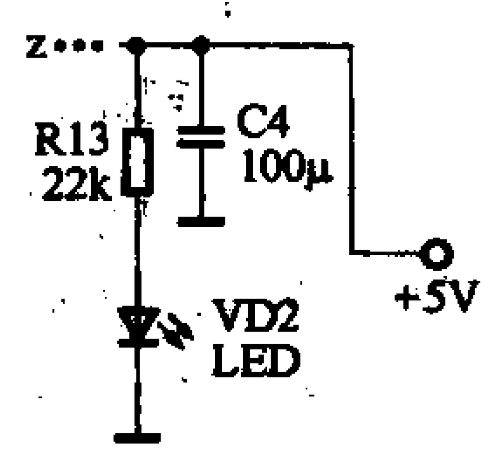


图5

电灯平时或上电后的初始状态是VT1导通,VT2截止,VT5截止,继电器K不工作。

短按遥控器按钮(小于0.5s),在这较短的时间内,因C3容量远大于C2,故B点电位很快升到高电位(约1V左右),而A点电位上升不到0.6V,因此VT3不能导通,只有VT2导通,这样,C点为高电位,VT5导通,继电器K动作,其接点K-1、K-2同时吸合,K-2接通电器电源。这时即使IR不再收到信号,因电源经R11向VT5提供偏置,故VT5保持导通,K仍继续吸合,达到短按遥控器按钮实现开灯的目的。

长按遥控器按钮(3秒以上)时,IR输出低电平脉冲使VT1输出高电平脉冲,经VD1整流后送至A点、B点进行积分处理,最终使A点电位大于1V(实测为1.3V左右),VT3导通,D点为高电平,VT4导通,C点为低电平,致使VT5截止,K释放,K-1、K-2断开,达到长按遥控器按钮实现关灯的目的。松开遥控器按钮后,IR不再收到红外线信号,C2、C3放电,VT2、VT3截止,电路又进入等待状态。只有再次短按遥控器按钮,电路才会重新动作,重复遥控开灯的过程。

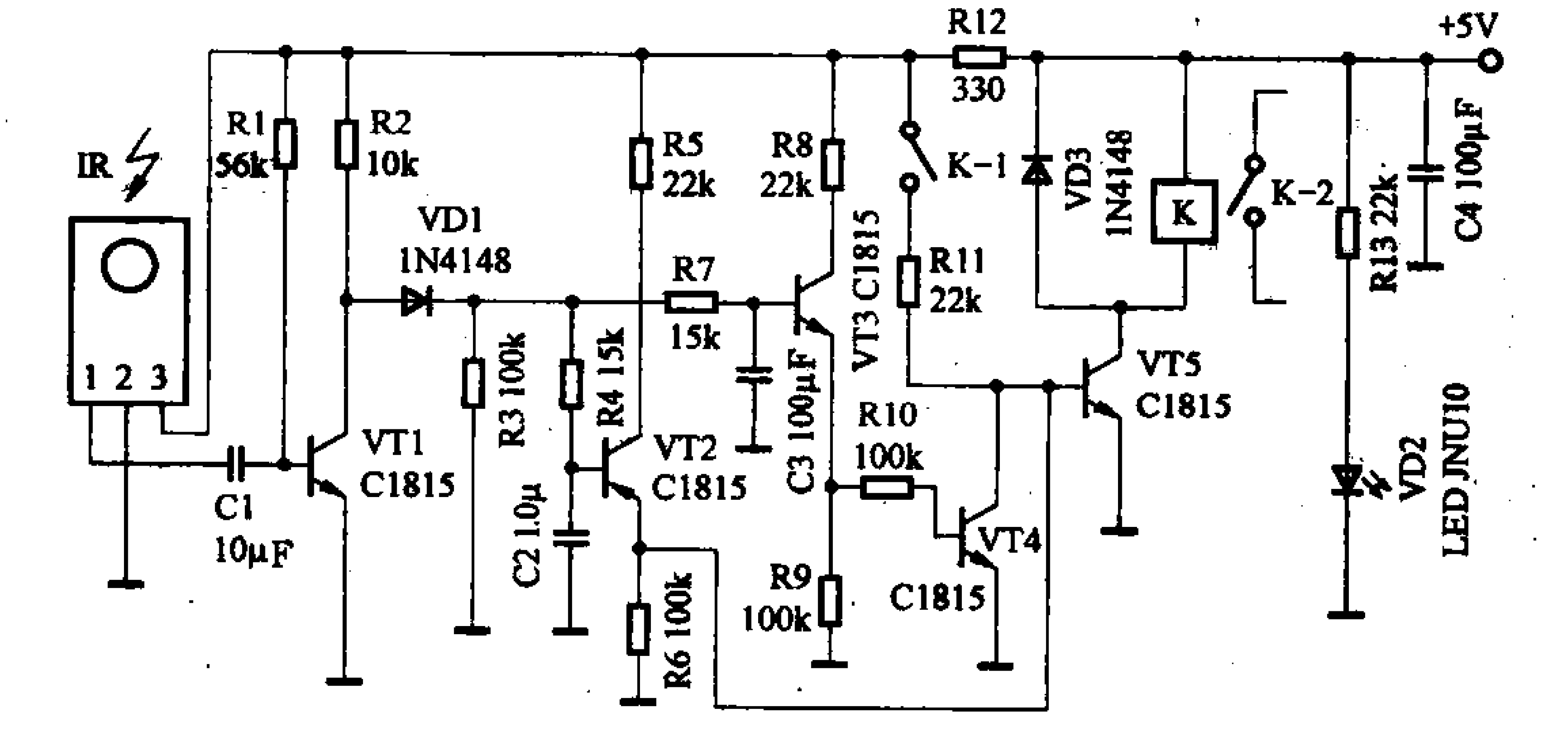


图2

新颖的按键自锁式节水供水电路

文 / 丁德勤

本文给大家介绍新颖的按键自锁式节水供水电路，与普通水龙头开关相比较，使用方便、灵敏、卫生，不会产生跑、冒、滴、漏现象。该装置具有功耗低、由于控制按钮SB接入的是低压直流电源，在操作中更为安全，电路简单直观、具有元器件少等优点，一装即成。

该电路工作原理图见图1：SB是新颖的按键自锁式复位控制按钮。它在低电压下（12V）工作，所以安全可靠。当平时待机工作状态时，继电器K无电不吸合。当手按一下SB时，K线圈得电吸合，同时LED发光二极管也随之点亮，K触点闭合，接通进水电磁水阀的电源，水阀被打开，水龙头有水流动，当手再次按一下按键时恢复原位，K的线圈断开主电源，其K触点释放，切断电磁水阀的主电源，水龙头停止供水。周而复始重复上述过程。

元器件选择：SB选用LA128-12A是新型按键式自锁复位控制按钮。K选用JZC-22F型DC12V继电器、VD1～VD5可用1N4007型硅二极管。T1选用220V/12V/1W～2W的优质电源变压器。为了降低生产制作成本：电磁阀可选用洗衣机进水阀型号为FCD250A型，也可用电磁水阀型号为DF-1型（工作电压220V），LED选用BT301型发光二极管。其他无特殊性要求。

本装置经过半年多的实际使用验证，取得满意的节水效果。具有较高的灵敏度。工作起来自如，得心应手。只要元器件完好，装配准确无误，不用调试就能正常工作。实用而有趣，图2是印制电路板装配图。

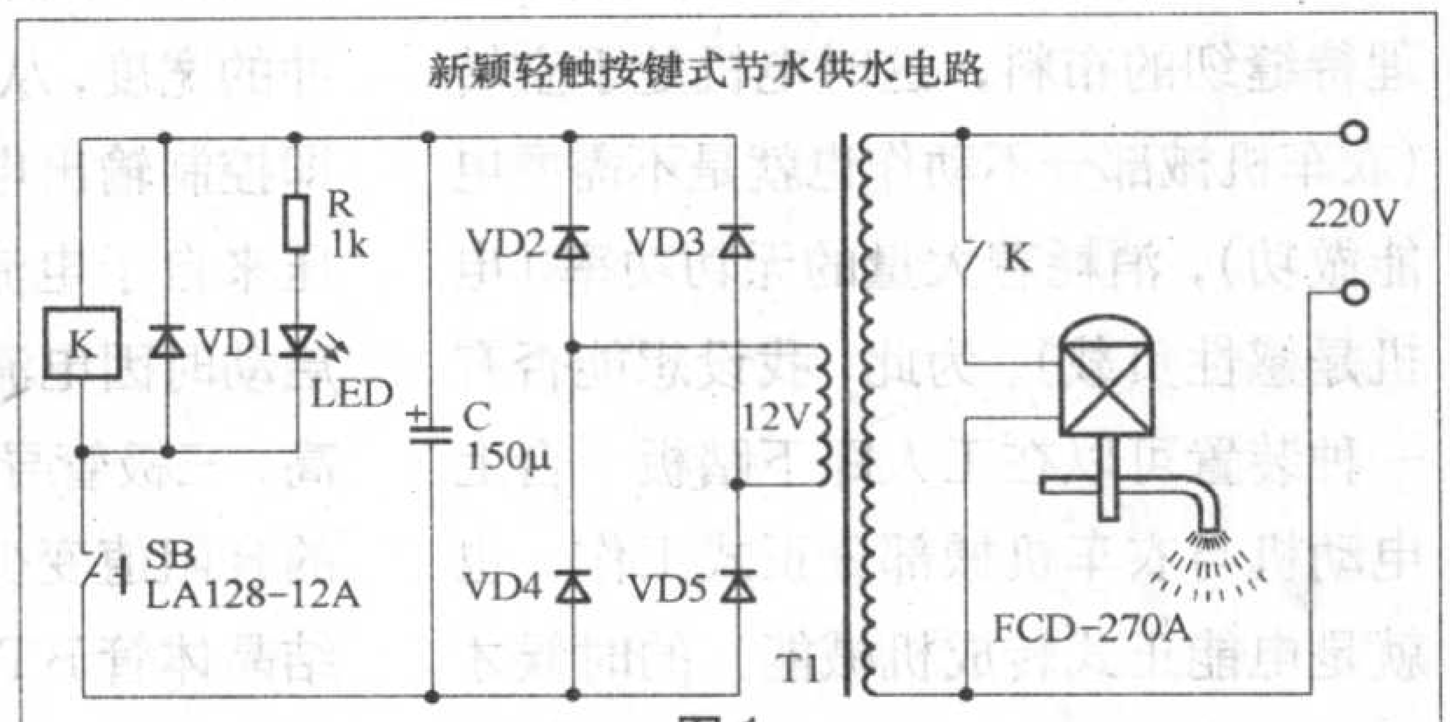


图1

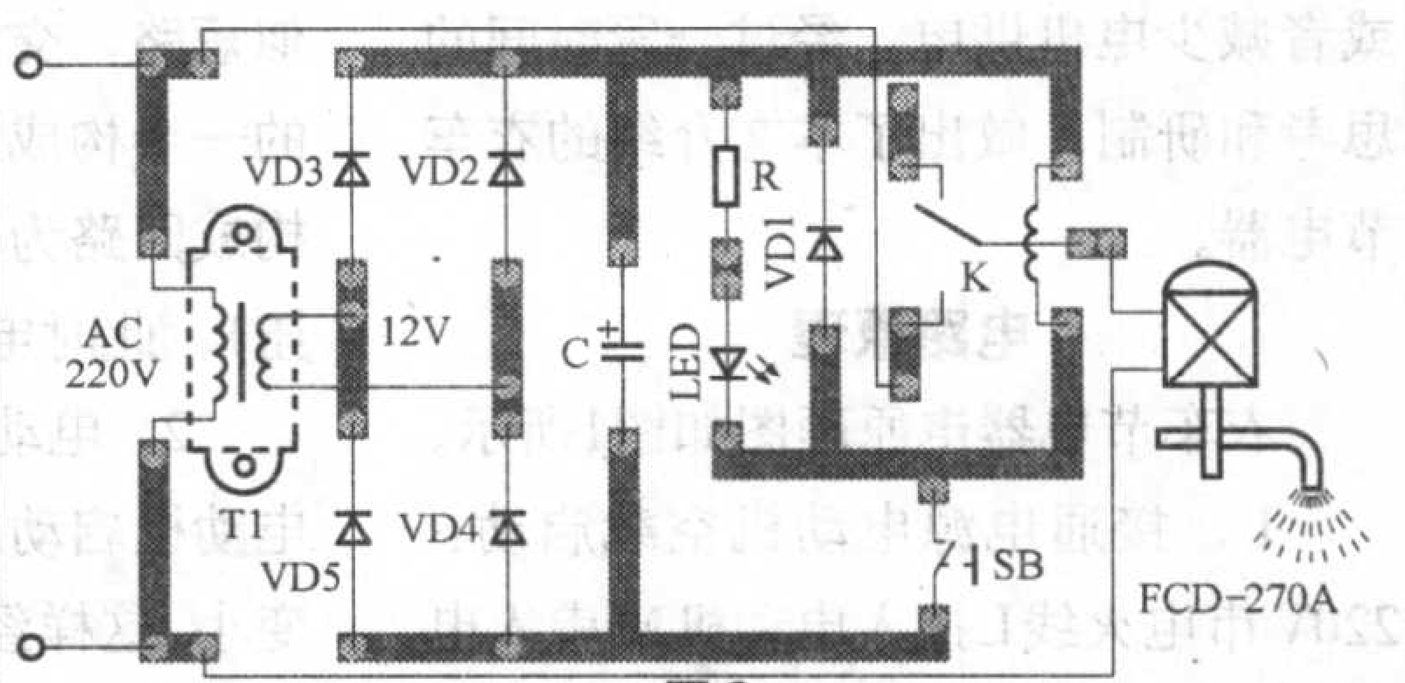


图2

电路的测试

第一步：用在K-2处接上发光二极管和5.1k的电阻代替电灯，见图6。

图6

在一个没有电视机的房间里，用康佳电视机遥控器作为开关遥控。在12小时内，二极管能正常工作。

第二步：在有康佳电视机的大厅里，继续用康佳遥控器遥控，但当用遥控器关电视机时，灯的亮灭也随着变化。作品在远离遥控器8m时才不发挥作用。也就是说，遥控距离大概是8m，它的启用有可能会影响其他使用该遥控器设备的正常工作。

第三步：用不同的遥控器（我们用了美的空调的，摩托车的开关，普通红外发射器等）对作品进行遥控，遇到与第一、第二步相同的现象。这说明作品能给任何遥控器控制。

第四步：在做好对作品绝缘的准备后，把接二极管和电阻改为接上台灯，用市电供电，见图7。

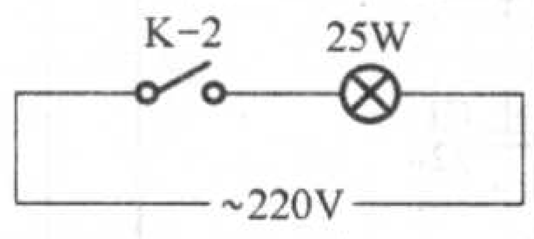


图7

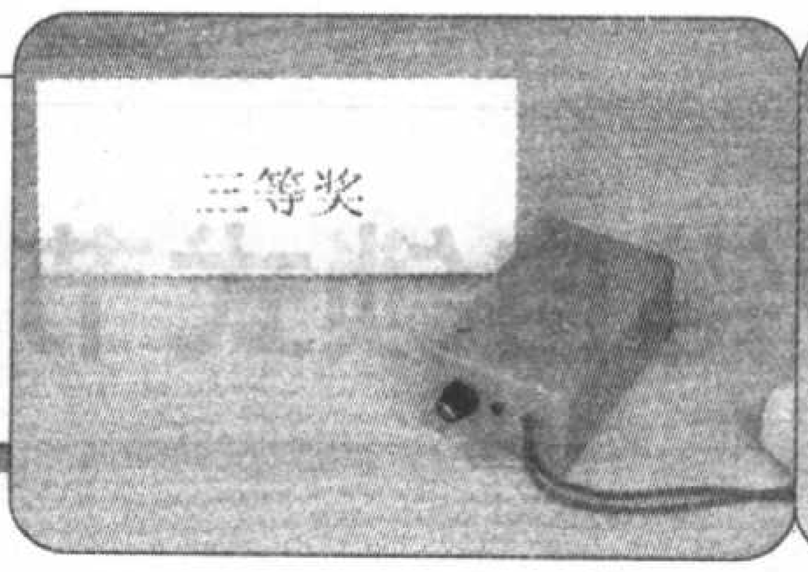
重复上面三个步骤，所得的现象与上面的类似。

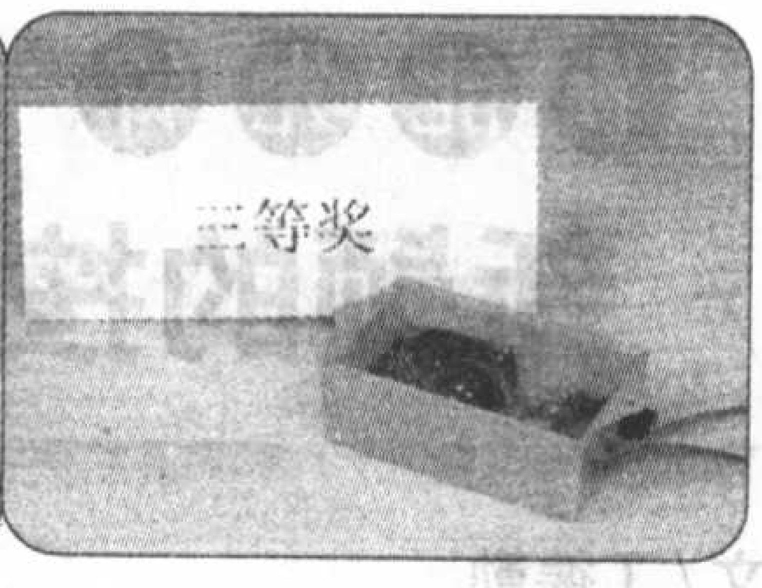
作品的缺点与改进及相关说明

1. 从上面的测试可知，该设计做出的实物使用起来可能造成生活的混乱——关电视机也关灯了，关灯却连空调也关了。所以要专门设计一个红外发射器与对应的接收器，但这样成本就大大的提高了。其中一个解决的办法就是，在有电视机的地方就用空调的遥控器或者用电视机遥控器里面的不会影响此时电视机状态的按钮。其他的类似。

2. 本作品采用焊接的方法进行制作，一方面是为了说明普通老百姓也可以制作，二来对于小批量的制作成本会更低，三来说明此方案非常容易实现。

衣车节电器





文 / 戴中清

制衣工厂的工人平时一上班就打开衣车电机的电源开始工作，直到下班才关掉衣车电源。实际上在生产过程中，工人有很大一部分时间是在整理待缝纫的布料，这时电机处于空转（衣车机械部分不动作也就是不需要电能做功），消耗着大量的无功功率（电机是感性负载）。为此，我设想能否有一种装置可以在工人踩下踏板（合上电动机与衣车机械部分正式工作，也就是电能正式转成机械能）的时候才送电，当工人停下来整理的时候暂停或者减少电机供电。经过一段时间的思考和研制，做出了本文介绍的衣车节电器。

电路原理

衣车节电器电原理图如图1所示。

1．接通电源电动机空载启动：220V市电火线L接入电动机M串入电流互感器T1，经全桥整流堆VD1到双向晶闸管VS，回到市电火线N构成工作回路。电动机启动时，加在全桥整流堆的电压为全压，经过全桥整流后产生脉动直流电压加在晶闸管两端，并经电阻R3降压后为单结晶体管提供工作电压，单结晶体管接成典型的RC弛张振荡器，由三极管VT1构成可变电阻“R”，C2充放电频率决定着输出脉冲的宽度，从而控制晶闸管的导通角，即控制输出电压。VT1的基极控制电压来自于电流互感器，所以在电动机启动时因电流大，经T1输出的电压也高，三极管导通增加（类似RC电路中的R阻值变少，C充电时间变少），单结晶体管BT33输出正电平触发晶闸管完全导通（此时VS从回路中看作类似短路，交流电源正半周时从RS808的一半构成回路，负半周时从另一半构成回路为单相交流电机提供工作电压），此时电动机为全压启动。

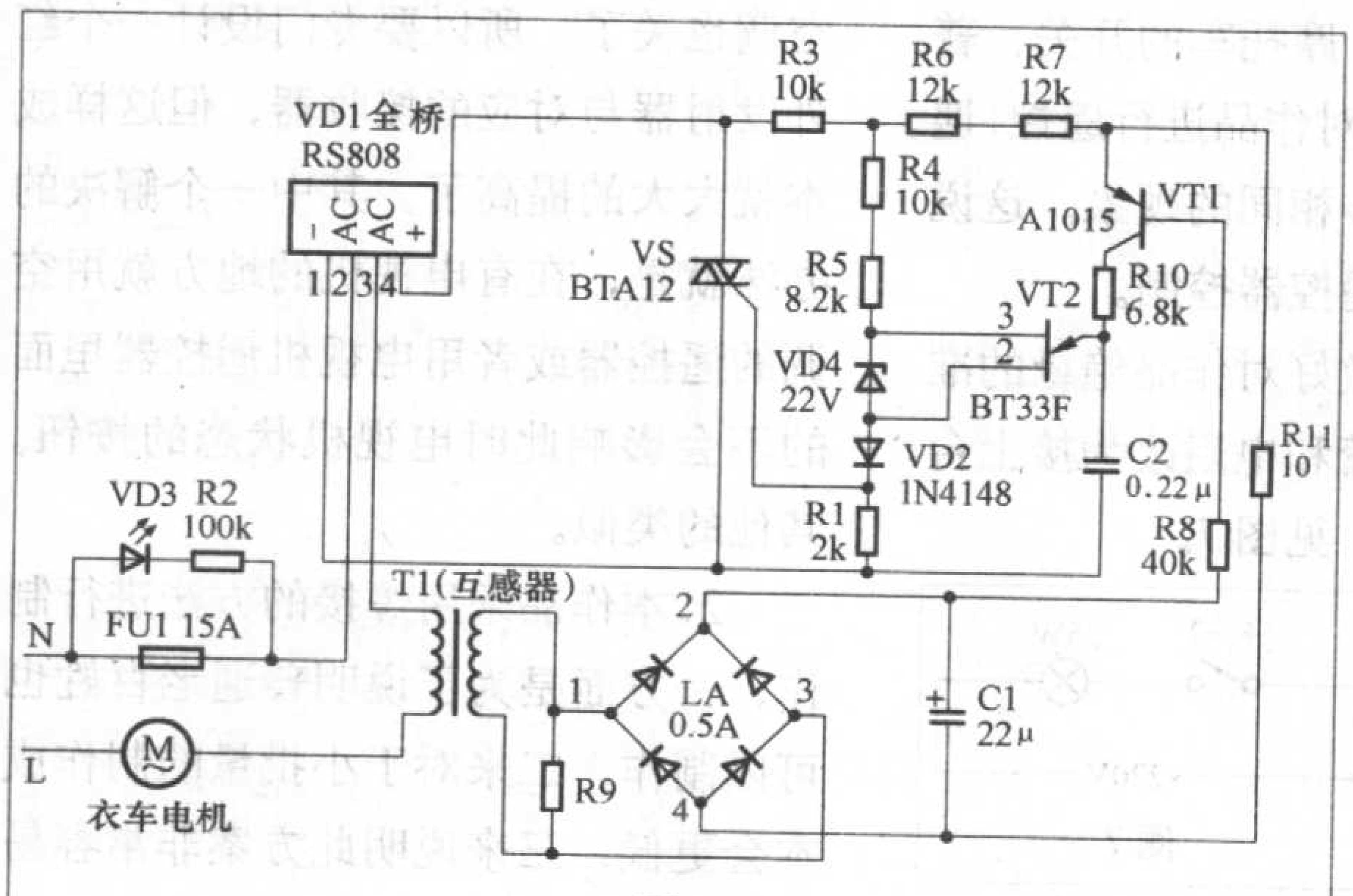


图1

2．电动机启动后空载时的稳态：电动机启动后空载总回路电流会慢慢变小，这样经互感器感应的电压就低，三极管导通减少，BT33充放电变慢，弛张振荡器输出脉冲变窄，晶闸管导通角变小，电机两端电压降低，在电动机两端电压降低的同时经全桥VD1整流的电压就升高，振荡器的工作电压升高，输出脉冲变宽，晶闸管导通增加，电机转速加快，当转速达到额定转速时，总回路的电流下降，经T1互感器输出电压下降，电动机转速下降，再从头开始整个过程，最终电动机两端电压稳定在185V左右，总回路电流稳定在0.6A～0.8A之间，此时进入节约电能（衣车电机为单相250W，额定电流为1.9A，经测量未加节能装置时空载电流约等于额定电流）状态。

3．工人踩下踏板（即合上电动机的离合片，电动机输出动力至衣车机头，驱动衣车做功）正常使用衣车缝纫衣服。电动机转速下降，总回路电流上升，经T1感应的电压升高，三极管导通增加，振荡器输出脉冲宽度变宽，晶闸管导通增加，电动机两端电压增加，电动机转速很快上升至额定值，电动机输出正常工作的功率。只要工人一放松踏板，离合器一分开，电动机空载电流瞬间减小，电动机的总回路电流迅速减少，又处于节能供电状态。

4．使用方法

按照图2将此节能器串接入电机回路，极其简单。使用过程中，如果指示灯VD3亮了，表示保险丝烧断，需检查维护。

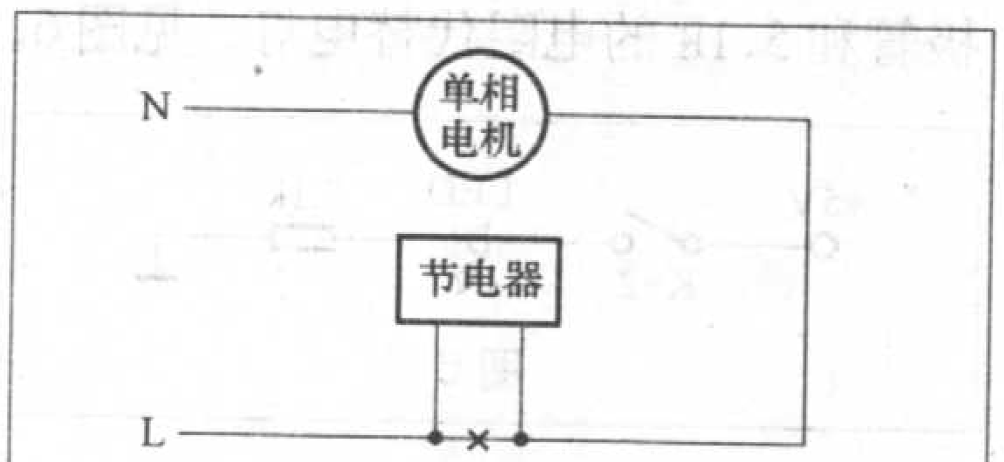


图2

图2在“x”处剪断后串入节电器就行（实际安装在整个回路的任意一处串入都能达到节能效果）。

安装在衣车上面的方法及实物图如图3～图5所示。

节能效果

将一台衣车不装节能器，一台安

节能先锋

多功能小夜灯

文 / 马健荣

图1为多功能小夜灯电路原理图。220V交流电经过电源开关S1-1的A-B端，进入电子降压器降至10V～12V低压交流电，由VD1～VD4及C1组成的整流滤波电路转变成平滑直流电，再经LM317稳压至7V，通过电源开关S1-2的A-B端进入亮度调节开关S2调节后，供高亮度发光管LED1～LDE8使用。电子降压器在市场上可以购到，应选择小型的，为了让电源开关S1又能作为交直流的转换开关，应选用2组3挡位的小型拨动开关或翘板开关，S1-1的A-B端连通时为交流供电，S1-2的B-C端连通时为内电池直流供电，S1的拨动片拨至B处时电路断开，小夜灯熄灭。为使LED工作在3.5V的正常值范围内，接于电池正极的VD10将7.5V电压降至6.9V。亮度调节开关S2的4个挡位间串接有3只二极管IN4001，通过管压降来调节LED1～LED8的亮度，调节效果非常好，LED1～LED8选用ϕ5mm高亮度白色发光二极管，每2只串接成1组共分为4组。图2为图1中整流滤波稳压电路的印制电路板。

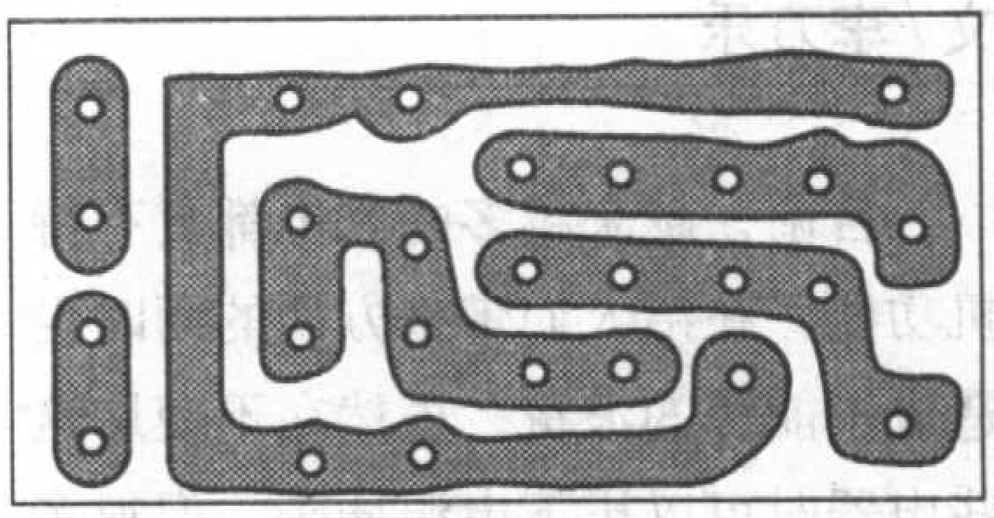


图2

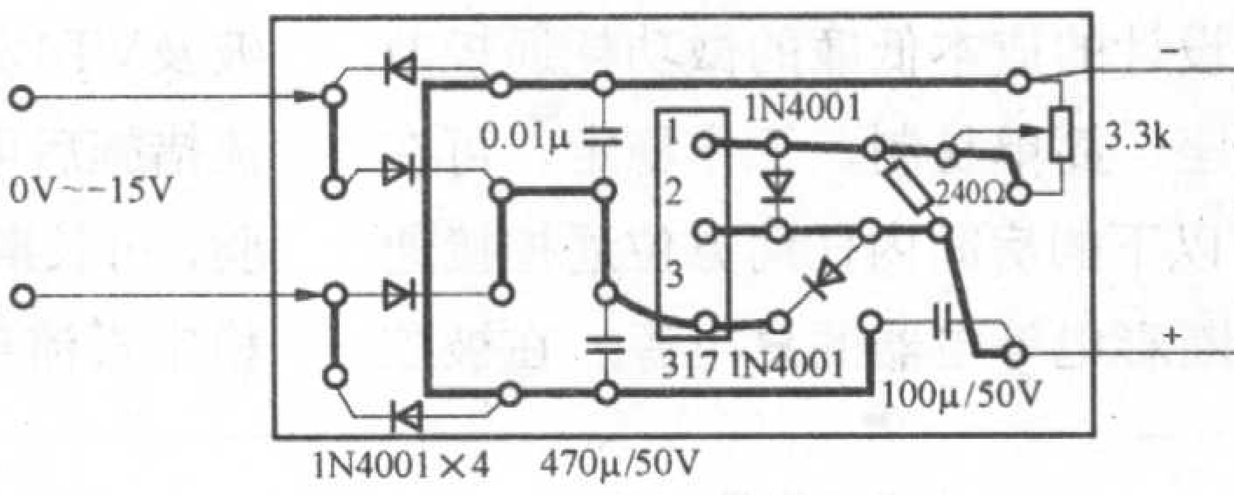


图2

电路中所述电子降压器也叫电子变压器是石英灯的配件，灯具店都有售（见图3）。

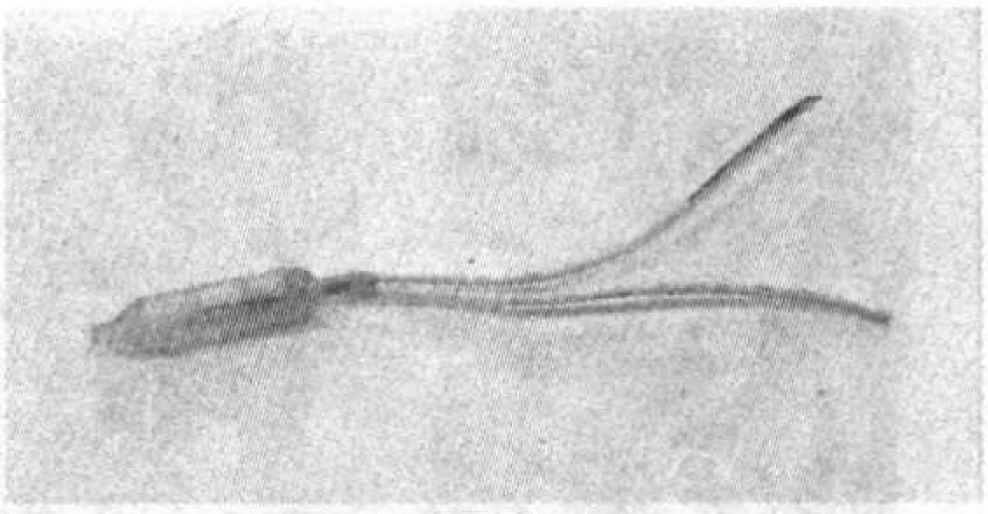


图3

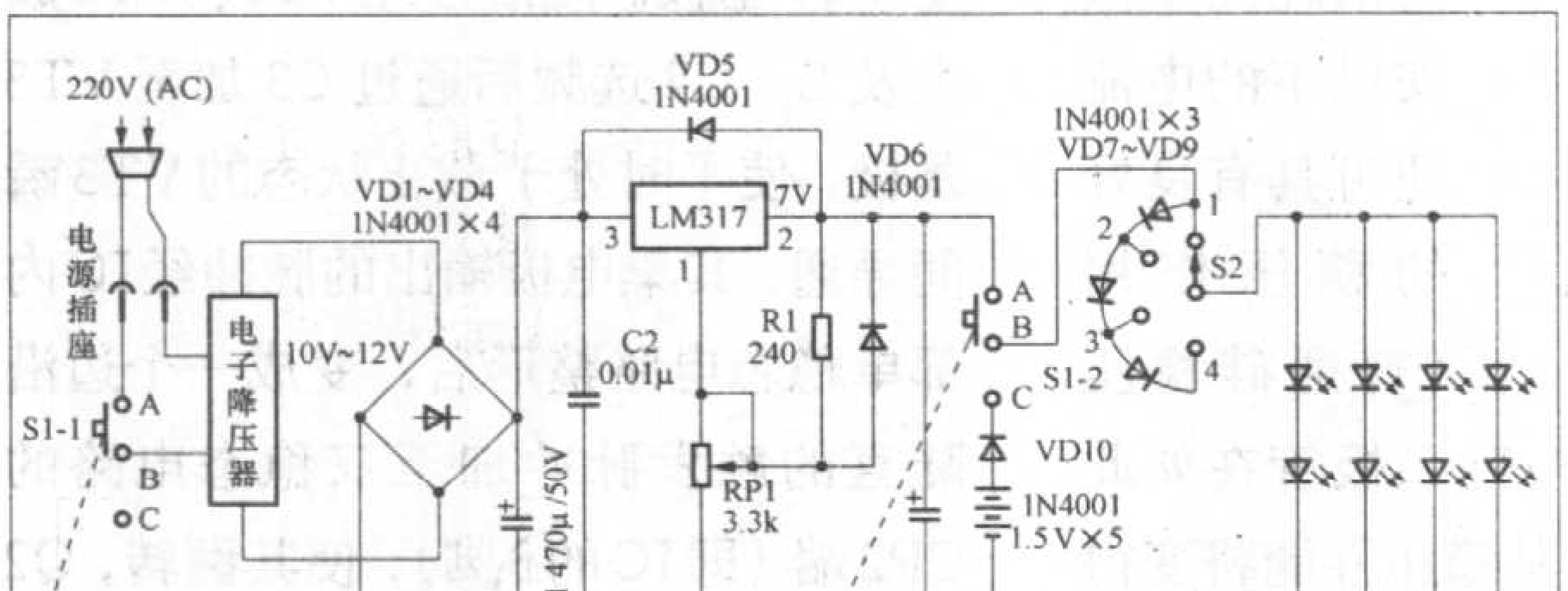


图1

多功能小夜灯在正常情况下放在床头使用，节能又美观，夜晚如遇停电或外出办事时带上小夜灯，打开白色上盖，我们会看到8只LED发光管就像贝壳里的珍珠光彩夺目，此时的小夜灯变成了一只手电筒、一个工作灯、一盏能移动的阅读用灯，给你照路，协助你工作，其亮度高、照射范围广又是任何一只手电筒不能相比的。如果小夜灯整体或者上盖用透明的彩色塑料来制成，在发光二极管的透射下将更加惹人喜爱。

装节能器，两台衣车分别安装一个单相电度表，经过几天时间的测试，结果表明安装此节能装置的电动机约节电30%～50%。

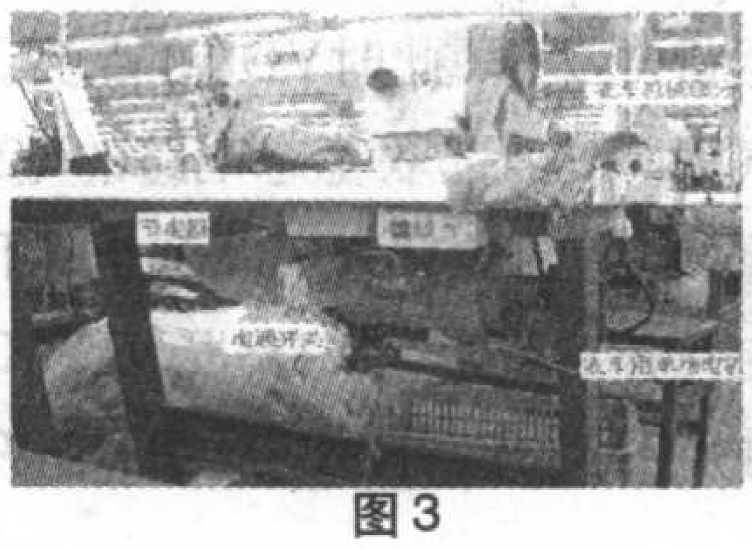


图3

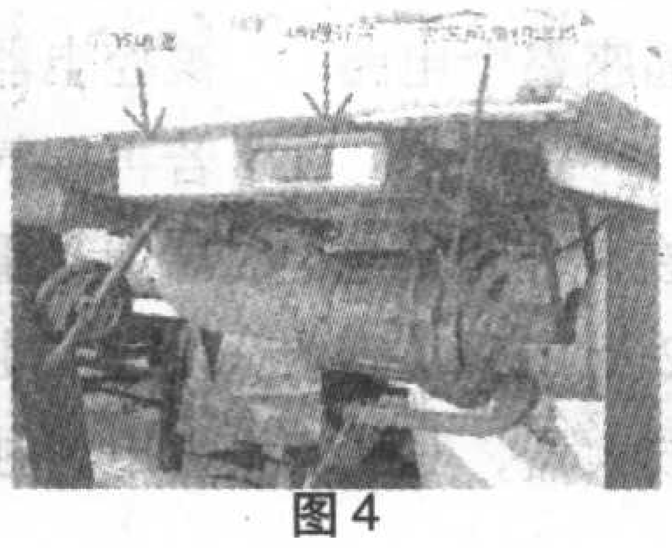


图4

图5

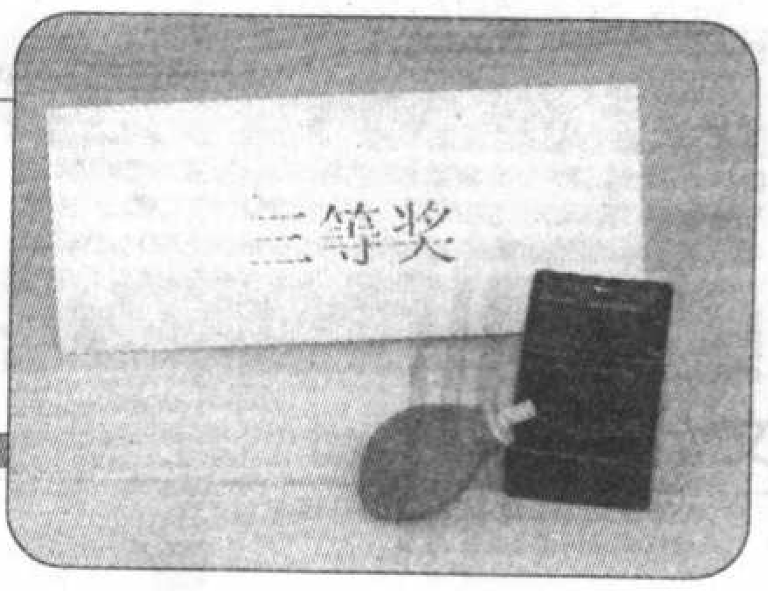
附表

元件名称	单价（元）	元件名称	单价（元）
BT33	3.5	RS808	0.5
BTA12	2.5	A1015	0.3
电流互感器	1	电阻电容	1.5
保险丝管座	0.5	1N4148/DW22V	0.5

此节能器总成本约10.30元（见附表）。

节能先锋

微功耗、多用途遥控节电插座



文/李万乐

目前，越来越多的家电都具有待机功能，在给人们带来方便的同时也造成了能源的浪费。虽然在不使用这些电器时可以拔下电源插头，但很多人嫌麻烦。本文介绍一种采用通用元器件设计的成本低廉的微功耗遥控节电插座，简单易制，工作稳定，可在80m²以下的房间内任何方位遥控接通或关断彩电等电器的总电源。在被控电器断电后，该遥控节电插座电路自身所消耗的总电流仅为100μA。本装置的最大特点是遥控信号发射器是一个体积小巧的橡胶气囊（见图1，电子市场有售），不需电能，捏一下气囊即可发出亚超声遥控信号，结实耐用，携带方便。此外，该遥控节电插座也非常适合行动不便的老年人或残疾人用来遥控室内的电灯、电风扇等电器。

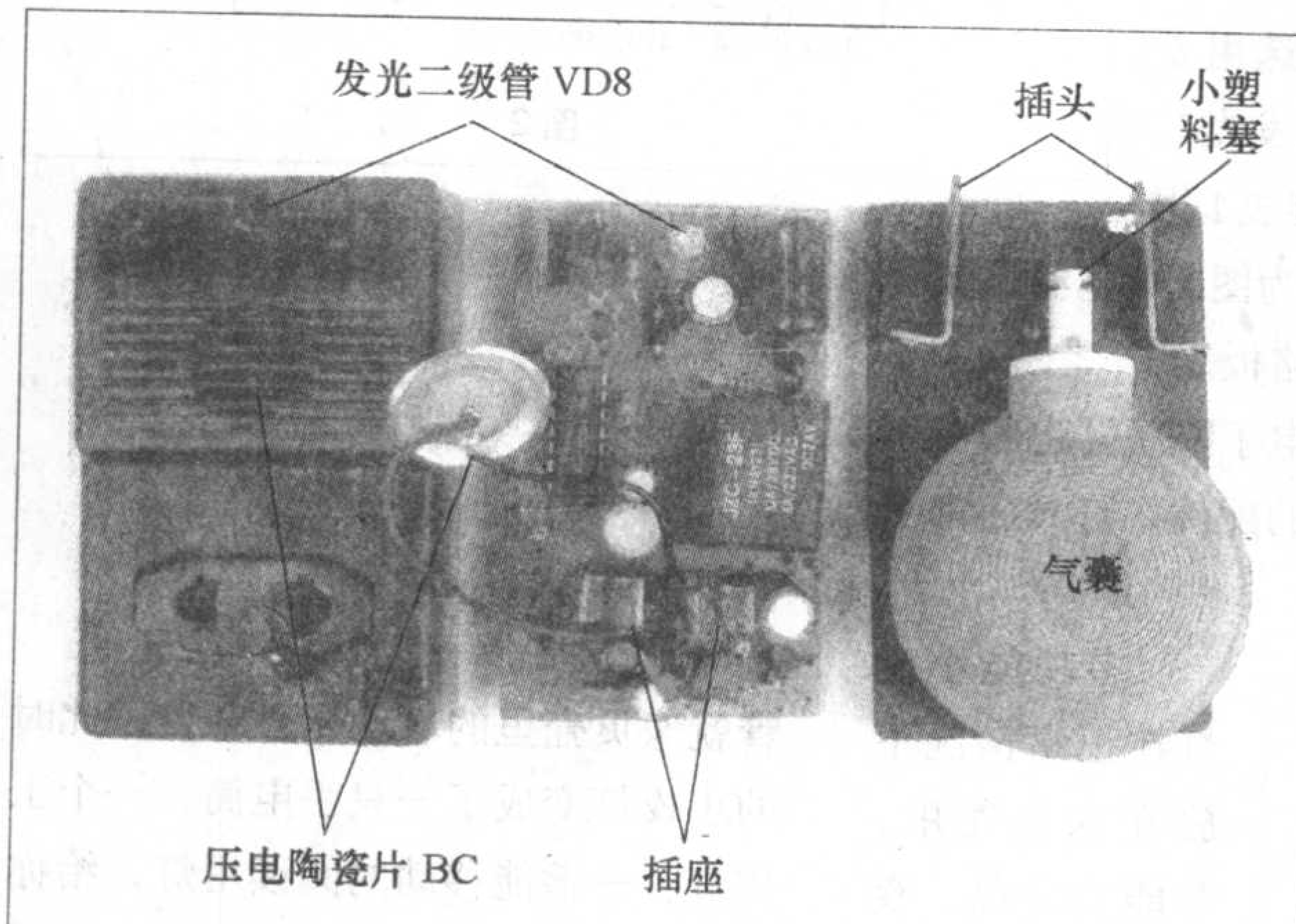


图1

工作原理

该遥控节电插座由微功耗稳压电路、微功耗亚超声遥控信号接收电路及控制电路组成，其电路原理如图2所示。

图中，VD2、VT4及R7、C6组成微功耗稳压电路。通电后，220V市电经VD2半波整流，R7降压限流，C6滤波及VT4发射结稳压后（采取适当的限流措施后可工作于反向击穿状态，经试验，可长期稳定工作），产生约7.2V的稳定直流电压供遥控信号接收电路使用。VT4在此作微功耗稳压管使用，同普通硅稳压二极管相比，用硅三极管发射结构成的稳压管工作时自身只需消耗几十微安以下的电流便可具有良好的稳压作用（普通硅稳压二极管在如此小的电流下工作，其稳压性能将变得很差，甚至失去稳压作用）。经实测，90B型硅三极管发射结的稳定电压在7.2V左右（与β值有关），其工作电流（即流过发射结的反向电流）即使降至几微安，稳定电压仍基本不变。由于采用此微功耗稳压电路供电，在等待状态下，该遥控节电插座整个电路的总功耗仅有22mW。

BC为压电陶瓷片，在此作声－电换能器使用。VT1、VT2及L、C2等组成微功耗高增益选频放大器，其工作电流在35μA左右，选频频率由L和C2决定，这里定在16kHz附近，同气囊发出的亚超声的频率很接近。IC为CMOS双D触发器，其内部一个触发器接成双稳态电路，用以控制VMOS管VT5的导通与截止；另一个接成单稳态电路，以对双稳态电路的触发脉冲进行整形，使其能可靠翻转。C7、C8及VD3～VD8等组成一个工作受VT5控制的电容降压式整流稳压电路。工作时，产生24V的稳定电压为继电器K供电。平时因VT5截止，该稳压电路不工作，K失电，其常开触点断开，插座X2无电，所以被控电器不工作。

捏一下气囊，BC便会接收到亚超声遥控信号，并将其转换成电信号送至VT1基极。此信号经VT1、VT2放大及L、C2选频后通过C3加至VT3基极，使平时处于截止状态的VT3瞬间导通，其集电极输出的脉冲经IC内部单稳态电路整形后，变成一个边沿陡直的触发脉冲加至双稳态电路的CP2端（即IC的3脚），使其翻转，Q2端变为高电平，VT5导通，220V交流电经C7降压，VD3～VD6整流，C8滤波，稳压二极管VD7及发光二极管VD8（在此既作2V稳压管又作指示灯使用）稳压后，产生24V的稳定直流电压使K通电吸合，其常开触点闭合，被控电器得电工作，此时VD8亦点亮。若再捏气囊，IC内部双稳态电路的Q2端便又重新变为低电平，VT5截止，可控稳压电路停止工作，VD8熄灭，K失电，触点K断开，被控电器断电停

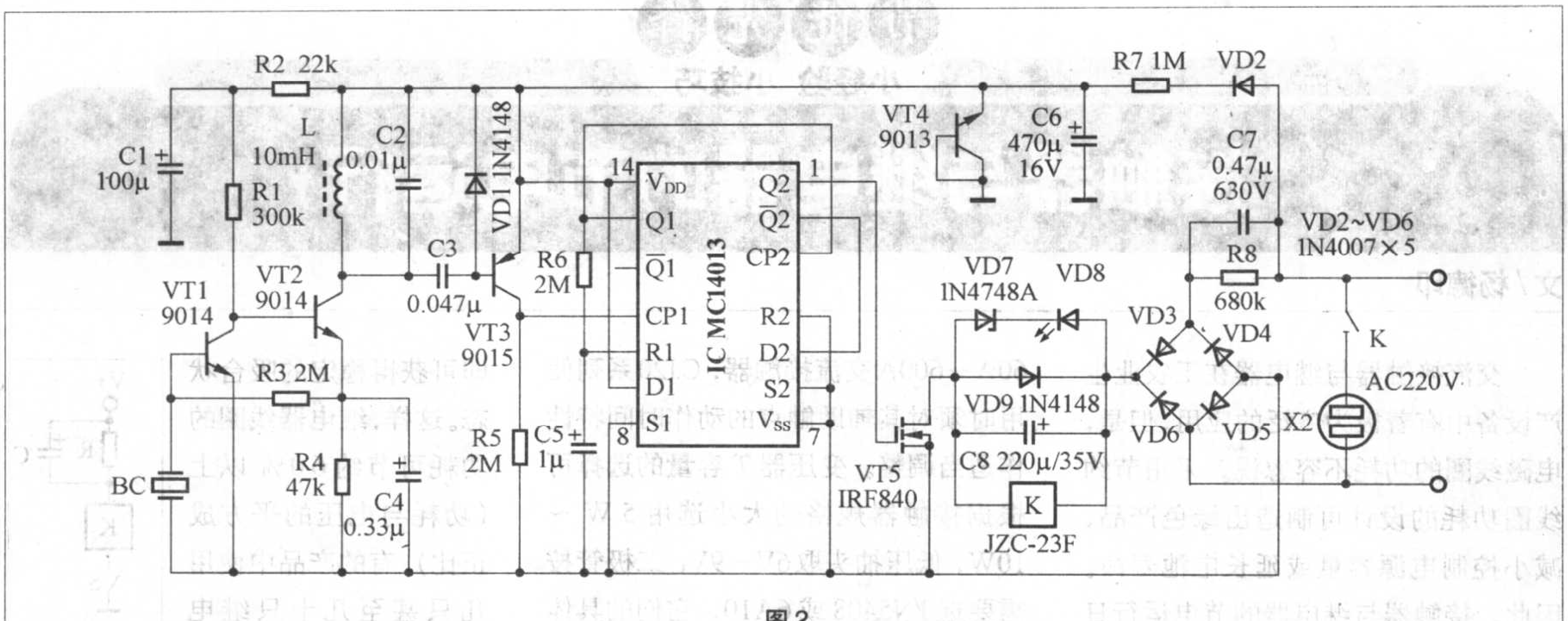


图2

止工作。此时，该遥控节电插座处于微功耗等待状态，整机电路所消耗的总交流电流实测在100μA左右。

元器件的选择

IC选用CMOS双D触发器MC14013，亦可用CD4013和TC4013。三极管VT1、VT2用9014，要求VT1的β值在120左右，VT2的β值在350左右；VT3用9015，要求β≥250，Iceo<0.1μA；VT4用9013，β值在120左右；VT5用IRF840型VMOS场效应管。VD7用稳压值为22V的1N4748A型硅稳压二极管，VD8用φ3mm的圆形绿色发光二极管。L用直流电阻小于25Ω的色码电感。C2、C7皆用涤纶电容，C7的耐压值应不低于630V。电阻皆用1/4W的金属膜电阻。BC宜用亚超声遥控开关里用的那种压电陶瓷片，若买不到，亦可从废旧亚超声遥控开关内拆得。K选用工作电压为24V的JZC-23F型继电器，其触点容量为5A/220V（AC）。气囊可在电子市场购得。插头、插座（见图1）可自制，亦可从一些旧声控开关内拆得。其余元器件无特殊要求，可按图标数值选用。图3为该遥控节电插座的印制板图。

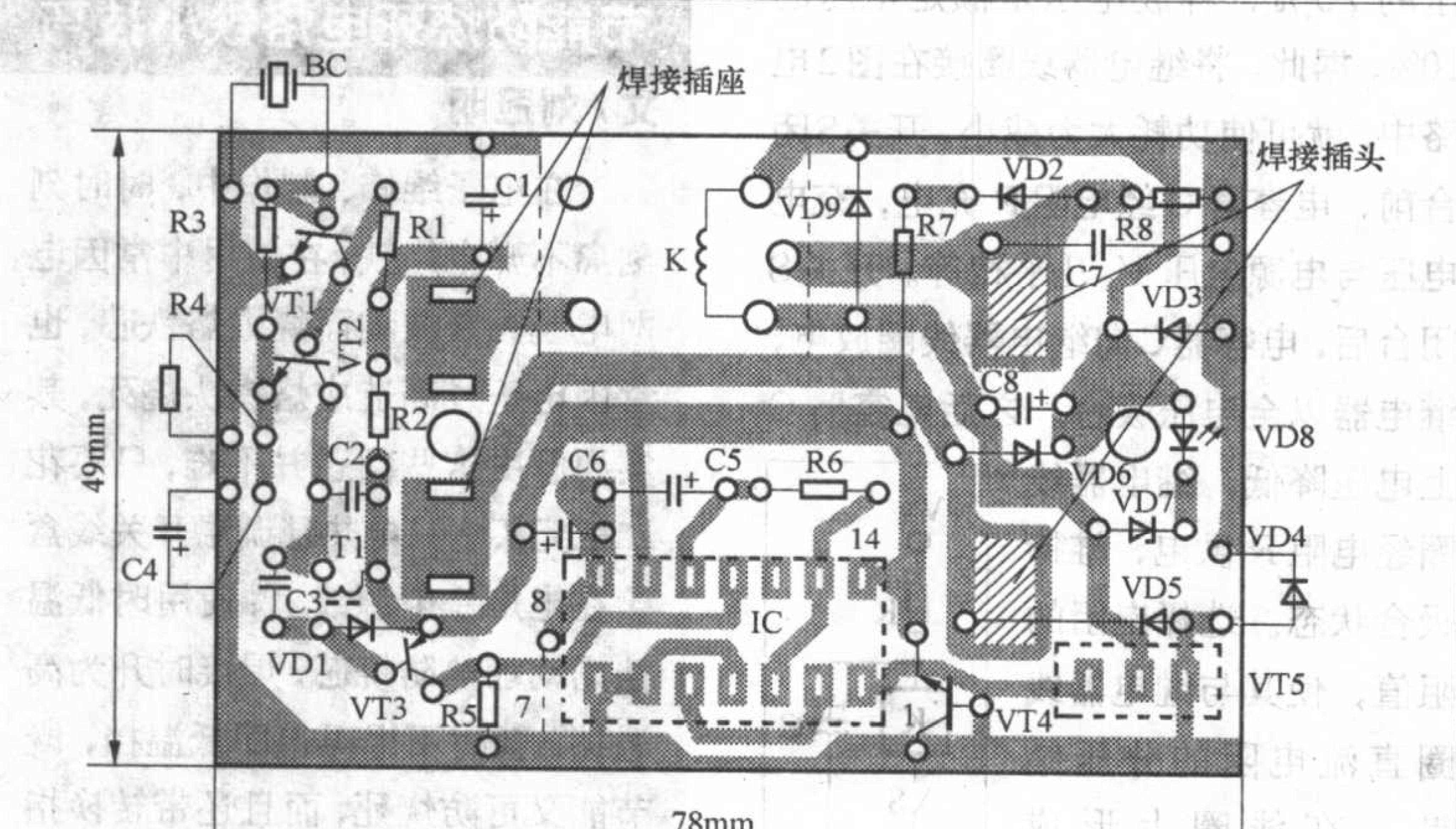


图3

制作、调试及使用

为制作方便，全部元器件可装在一个旧声控开关的外壳内。图1中所示的插座要焊在印制板上，插头焊在印制板的背面。压电陶瓷片BC、发光二极管VD8的安装位置见图1。

该遥控节电插座只要按图示数值选用元器件，且焊接无误，一般不需调试即可正常工作。其遥控距离可达10m以上，若达不到此数值，可仔细调整气囊顶部小塑料塞（见图1）插入气囊的深浅度，使其发出的亚超声的频率与电路的选频频率一致。若电路的抗干扰能力不够强，可减小电容C4的容量，或在C4正极与VT2发射极之间串联一只3kΩ以下的电阻（其具体阻值可由试验确定）。

使用时，只要将该遥控节电插座的插头插入220V电源插座，被控电器（如彩电）的电源插头插入该遥控插座，捏一下气囊，被控电器即得电工作，此时指示灯VD8亦点亮。若再捏气囊，VD8熄灭，被控电器总电源被切断而停止工作，此时该遥控节电插座处于微功耗等待状态。该遥控插座在80m²以下的房间内使用，任何方向皆可控制。若多备几个气囊，还可供多人使用。

由于该遥控节电插座直接与220V交流电相接，在制作、调试时应注意安全。

接触器与继电器的节电运行

文 / 杨德印

交流接触器与继电器在工农业生产设备中有着极为广泛的应用，但是，电磁线圈的功耗不容忽视。采用节约线圈功耗的设计可制造出绿色产品，减小控制电源容量或延长电池寿命。因此，接触器与继电器的节电运行日益引起人们的重视。本文介绍一种接触器与继电器的节电运行电路方案，供制作参考。

一、交流接触器的节电运行

交流接触器通常使用380V或220V交流电源驱动，缺点是运行噪音大、线圈易烧毁、功耗大等，例如，600A交流接触器的线圈吸合功率可达数千伏安，维持功率也有几百伏安。图1是本人一项实用新型专利技术的局部电路，可独立应用于交流接触器的无声节电运行。运行实践证明，该电路节电效果明显，性能稳定可靠。图中T是自耦变压器，VD1、VD2是整流二极管，VD3是续流二极管，通电后交流接触器KM为直流高压（约100V）启动，直流低压（约5V）运行。KM吸合后，其动断触点将直流高压回路断开，改由VD2整流得到的直流低压向KM的线圈供电，因此耗电很小，节电率可达90%以上，同时解决了运行噪音和线圈烧毁问题。该电路适用于目前使用量较大的CJ12系列60A～600A交流接触器，CJ20系列使用时须对其辅助触点的动作时间特性作适当调整。变压器T容量的选择可根据接触器规格的大小选用5W～10W，低压抽头取6V～9V；二极管按需要选1N5408或6A10，它们的具体参数分别是3A和6A、100V。各种规格接触器所须选用的元器件型号参数见附表。使用时无需考虑接触器原来由交流380V或220V驱动，均可改由本电路驱动。制作时将变压器和二极管焊装在环氧树脂印制板上，再在印制板上安装一只JX10-5（10A，5位）的接线端子以方便连接。

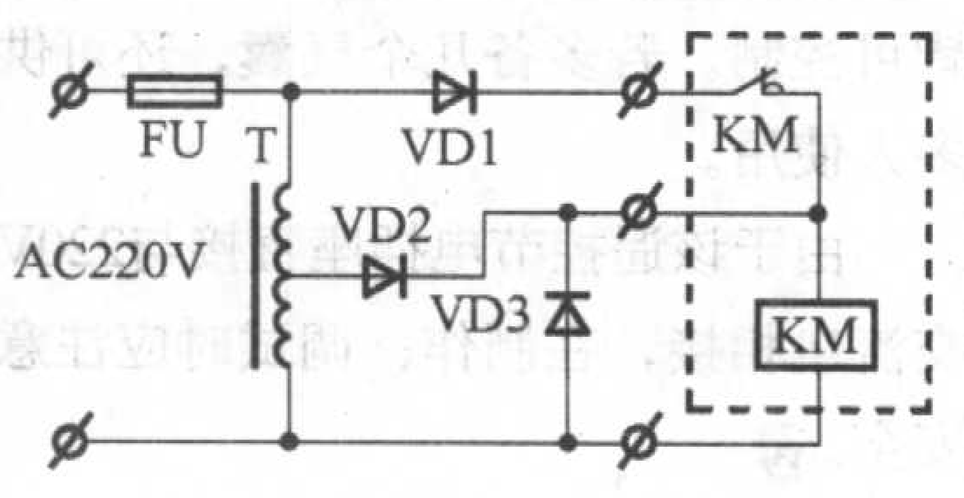


图1

附表

CJ12	T	VD1	VD2	VD3
60A	5W	1N5408	1N4007	1N5408
100A	5W	1N5408	1N4007	1N5408
250A	5W	1N5408 × 2	1N5408	1N5408
400A	10W	6A10	1N5408	6A10
600A	10W	6A10 × 2	1N5408	6A10

二、继电器的节电运行方案

继电器节电运行的理论基础是，电磁继电器的最低吸合电压为额定电压的75%，释放电压是额定电压的10%。据此，将继电器线圈接在图2电路中，就可使功耗大为减小。开关S闭合前，电容器C经电阻R充电，充电电压与电源电压V_+几乎相等。开关S闭合后，电容器C向继电器线圈放电，继电器以全电压吸合。之后电容器C上电压降低，继电器线圈经电阻R供电，维持吸合状态。选择电阻的阻值，使其与继电器线圈直流电阻的分压结果，在线圈上形成40%～60%的额定电压，即可获得稳定的吸合状态。这样，继电器线圈的功耗可节约60%以上（功耗与电压的平方成正比）。有的产品中使用几只甚至几十只继电器，节电效果相当可观。

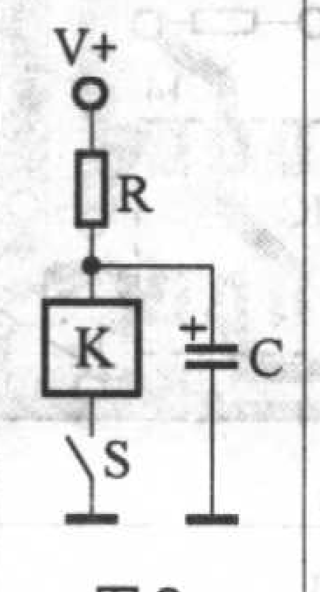


图2

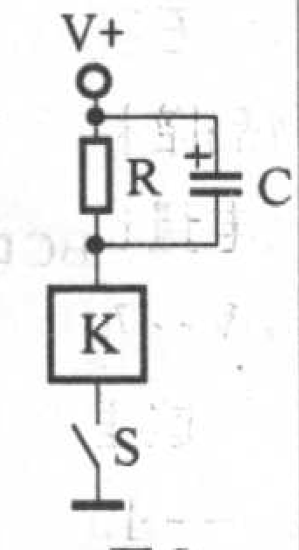


图3

应注意的是，如果刚接通电源就需要某只继电器动作，则这只继电器不能使用该电路，因为相应电容器没有充电时间，可采用图3所示的电路，工作原理类同。电阻阻值的选取，可使其等于继电器线圈直流电阻的1倍～1.5倍，并有适当的功率。电容器C的容量应根据继电器线圈的额定工作电流选择，通常每10mA额定电流选100μF电容，电容器的耐压应大于电源电压V_+。开关S可以是机械开关、三极管、晶闸管、集成电路或其他驱动元器件。如果继电器K的动作频率较高，则要保证其释放时间大于RC的时间常数，否则应减小电阻R的阻值。

节能防烧死电烙铁小技巧

文 / 刘冠明

在电子维修、制作中，时时刻刻离不开电烙铁，在使用中常因电网电压频繁波动而烧毁烙铁芯，也常因电压过高造成烙铁头烧死，其实要解决这些问题并不难，只要花二三元买一只电热毯调温开关线盒接在电烙铁电源线上，使用时低温挡启动加热防烧芯，焊接时升为高温挡，暂时不用再退回低温挡，既节能又可防烧死，而且还带转换指示，方便又实惠。

节能先锋 小经验 小技巧

用LED照明代替传统石英射灯

文/刘冠明

石英射灯常用于装饰照明、首饰物品陪衬灯等，用途十分广泛。但其耗电量也是可观的，通常一盏射灯为30W~70W不等，有的甚至上百瓦。

这里本人设计一种超节能照明方案——LED照明系统。LED不仅美观，长寿，价格适中，最重要的是具有超高的节能效益，完全符合21世纪的环境建设要求。

LED照明电路如图1所示。

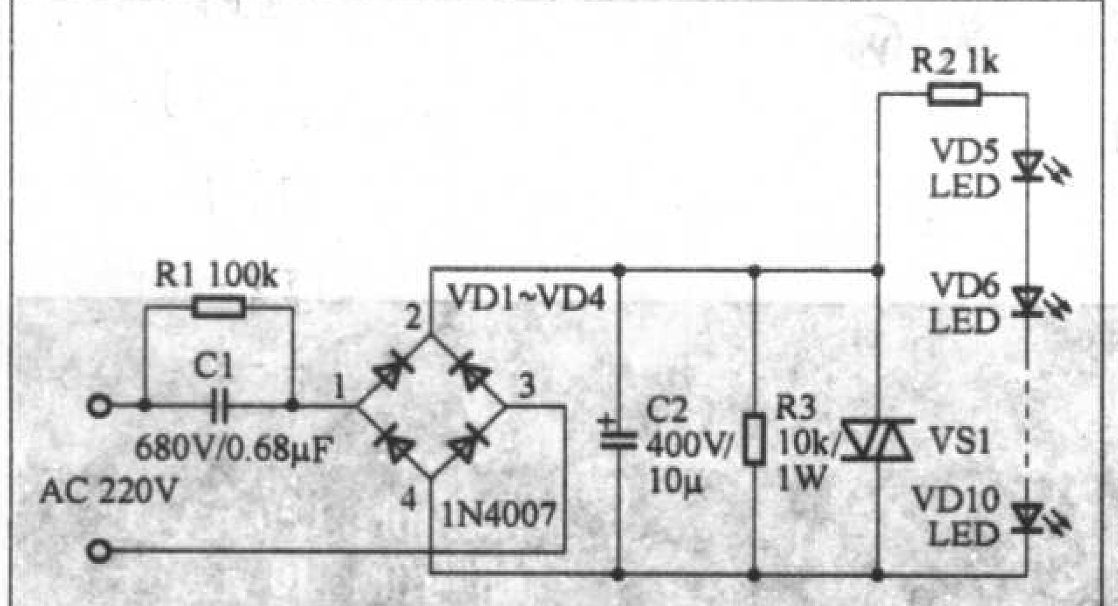
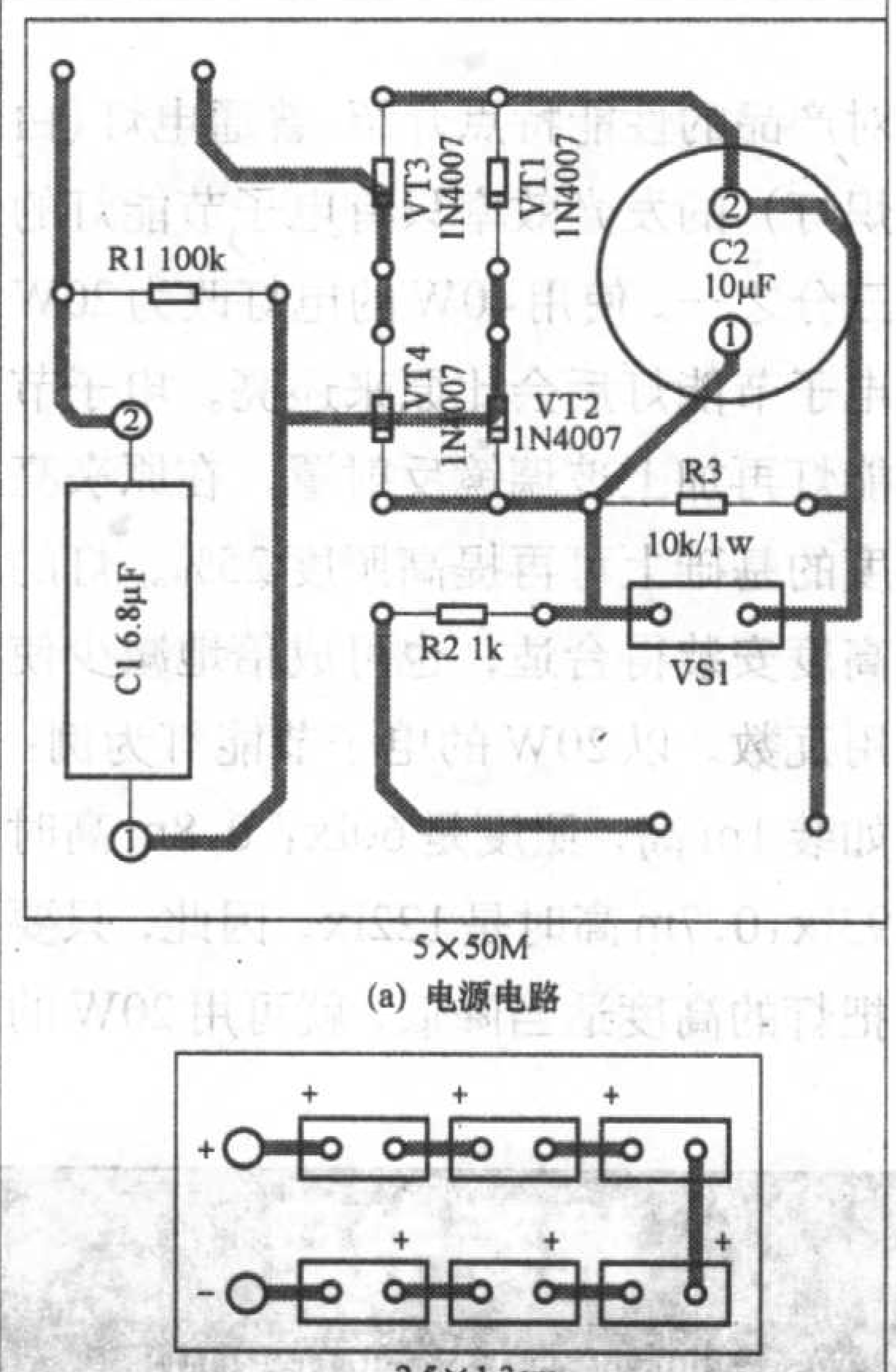


图1



5×50M

(a) 电源电路

2.5×1.3cm

(b) LED 电路

图2

电路原理：220V的电源电压经C1、R1电容降压、VD1~VD4整流、C2滤波后通过R3给LED供电，R2和双向二极管VS1起电压保护作用防止LED烧坏。

整个电路结构十分简单，只要器件安装无误，不需任何调试即可使用。但节能效果却十分显著。以6只超高亮度LED来计算，整个电路耗电功率小于3W，但发光亮度不差，而且寿命更加长久，发热量也几乎可以忽略不计。应用中配合不同颜色的LED则发光效果也不同，大大丰富了装饰样式，这些都是传统石英射灯所无法比拟的。

使用注意事项：由于采用了电容降压式电路，所以整个电路都是带电的，用时应注意安全，安装时将电源电路和LED分别独立安装，一来可以提高安全性能，二来可以方便安装。LED可安装在石英射灯的灯罩里以获得好的亮度。

元器件选择：元器件清单如附表所示，印制电路板图见图2。整个电路成本不足10元。

附表

R1	100k	1w
R2	1k	1/4w
R3	10k	1w
C1	0.68 μF/600v	
C2	10 μF/400v	
VD1~VD4	1N4007或1A桥堆	
VS1	双向触发二极管DB3	
VD5~VD10 (LED)	超高亮度发光二极管（φ5白光或其他）	

节能先锋 小经验 小技巧

居室夜间照明节电小技巧

文/罗兆军

人们晚上睡觉时常常起夜，为此而安设床头灯或单独点一个小夜灯。为了节约电能，本人利用多功能插排改制夜间照明，获得与小夜灯同样的效果，且花费不到1.00元。

现在市场上销售的插排上很多都装有一个发光二极管作为电源指示，不论电器使用与否，发光二极管始终工作。本人将这个发光二极管更换成高亮度绿色或白色的LED（颜色可根据个人爱好选择）。这样它就不仅承担电源指示作用，而且在夜间它的亮度足可以代替一只小夜灯。为了达到较好的效果，最好是将发光二极管的光线照在棚顶或是墙上。此法使用一年多，感觉效果不错，特推荐给大家。

节能先锋 小经验 小技巧

家庭节电点滴小经验

文 / 丁德勤

洗衣机：当使用一段时间后，带动波轮的皮带往往会打滑。皮带打滑时，洗衣效果则差得多。据笔者听用户说：洗同样多的衣服，有的家庭每次用20分钟，有的家庭只要10分钟。时间不同，效果也不一样，原因就是前者的皮带打滑、后者则节约了一半电能。因此，拉紧洗衣机的皮带，就能恢复它的原来效率。

照明：是将普通白炽电灯改为电子节能灯（最好是三基色），根据厂家对产品的性能特点介绍：普通电灯（白炽灯）的发光效率只有电子节能灯的三分之一。使用40W的电灯改为20W电子节能灯后会比原来还亮。电子节能灯再加上玻璃镜反射罩，在原来亮度的基础上可再提高照度25%。灯的高度安装得合适，也可成倍地减少使用瓦数。以20W的电子节能灯为例：如装1m高，照度是60lx；0.8m高时93lx；0.7m高时是122lx。因此，只要把灯的高度适当降低，就可用20W的光管代替40W光管，同样可节电50%。另一方面室内墙壁的反光作用很重要，当室内为白色墙壁时，可提高亮度16%，这是实践当中得出的结论。

彩电、空调、音响、影碟机、热水器、电脑等，这类家电产品最好的节电办法是不用待机功能，不使用就关掉电源开关。有的电器开关连接在二次电源上，那就干脆拔掉电源插头。

推荐书目

品牌推荐

900102	《无线电》1955–2005年合订本（6CD–ROM）	邮购价：120元／套
89488	《无线电》2001–2005年合订本（2CD–ROM）	邮购价：40元／套
2399	创维最新彩电电路图集（CD–ROM）	邮购价：40元／套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005年增刊	28元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35元／本
14164	《无线电》2005年合订本上册	28元／本
14165	《无线电》2005年合订本下册	28元／本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198元／套
14021	无线电问与答精汇	41元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38元／本
13544	无线电元器件精汇（第2版）	38元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35元／本
13435	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35元／本

畅销图书		邮购价
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25元／本
12897	实用报警电路	28元／本
12537	看图学电工技能	34元／本
12500	业余无线电通信（修订本）	30元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26元／本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20元／本
12123	万用表使用技巧60例	25元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44元／本
12182	红外探测与控制电路	51元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25元／本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29元／本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42元／本
07566	电子镇流器的原理与制作	24元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17元／本
10862	I²C总线彩色电视机软件调整手册	76元／本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37元／本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43元／本

强势品牌		邮购价
2–75	《无线电》杂志及增刊	
2003–2005年第1～12期，2006年第1～10期		6.8元／本
2003年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28元／本
2002年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25元／本
2001年增刊	进口彩色电视机维修资料	28元／本
2000年增刊		6元／本
12887	《无线电》2004年合订本上册	28元／本
12888	《无线电》2004年合订本下册	28元／本
11940	《无线电》2003年合订本上册	28元／本
11941	《无线电》2003年合订本下册	28元／本
10979	《无线电》2002年合订本上册	24元／本
902000	《无线电》2000年合订本	45元／本
909900	《无线电》1999年合订本	42元／本
82–590	《高保真音响》	
2003–2005年第1～12期，2006年第1～10期		15元／本
9020021	《高保真音响》2002年增刊	28元／本

光盘产品		邮购价
89497	长虹最新彩电电路图集（2CD–ROM）	40元／套
68139	常用电子管资料汇萃（CD–ROM）	40元／套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD–ROM）	40元／套
00010	《高保真音响》1994–1998年合订本（4CD–ROM）	110元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300元／套
0030910	VCD/DVD视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144元／套
990005	VCD、CD、LD机实用维修技术（6VCD）	108元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街14号A座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加3元挂号费），联系电话：(010)67134097–24。

利用手机旧电池改装万用表

文/邵子扬 吕益光

更换下来的手机旧电池，人们往往将其闲置或抛弃，这对于性能优越的锂电池来说，无疑是一种浪费。其实，有很多旧电池只是容量下降，不能用于手机，却可以应用于其他耗电量较小的器件上。在本例中，笔者将其改装为数字万用表的电源。

数字万用表一般用的是9V电池，因为万用表耗电量不大，电池的容量小也能满足要求。这里我们用手机锂电池为其供电，锂电池容量较大，且电量耗尽后可随时用电脑的USB接口为其充电，即使每次不关电源，电池也能维持很久，而且不必为更换电池而担忧。电路图见图1。

该供电电路的核心模块是ICL7600，它是一个电压转换芯片。8脚为输入端，按照图中接线后，5脚会输出一个与8脚等值但反向的负电平$U-$，这样，输入与输出间的电压就为$U+$的2倍，锂电池的电压一般为3.7V，这样，8脚和5脚间的电压就是7.4V，可以满足万用表的需要，事实证明，这在万用表的测量误差范围内是允许的。

这里选用ICL7600作为电压转换芯片是因为笔者的万用表液晶屏没有背光，不需要电源有很大的电流输出，ICL7600的电流输出约20mA，已经可以满足要求；如果要改装的万用表是有背光的，或是其他原因需要有较大电流输出的电源，可以选用MAX1682或MAX660，它们用作电压转换后的最大输出电流分别可以达到45mA和100mA。

前端的充电电路很简单，限流电阻R1和LED构成充电指示电路，二极管VD1起到阻隔锂电池电流回流的作用。C2为滤波电容，使电压输出更平稳。

电路的开关接在锂电池和8脚之间，这个开关是该供电电路的开关，它可以控制芯片的静态损耗。因为供电电路和芯片之间也存在着一个闭合回路，即使万用表开关断开，芯片自身也在消耗着微弱的电能，所以这个开关不要省去，这样，如果长期不使用万用表，关掉开关后可以避免芯片静态电流的损耗。

为进一步完善电路，可以在锂电池两极各接一个电阻后引出，以防止引出端相碰短路。这样，通过引出端就可以随时监控锂电池的电压。

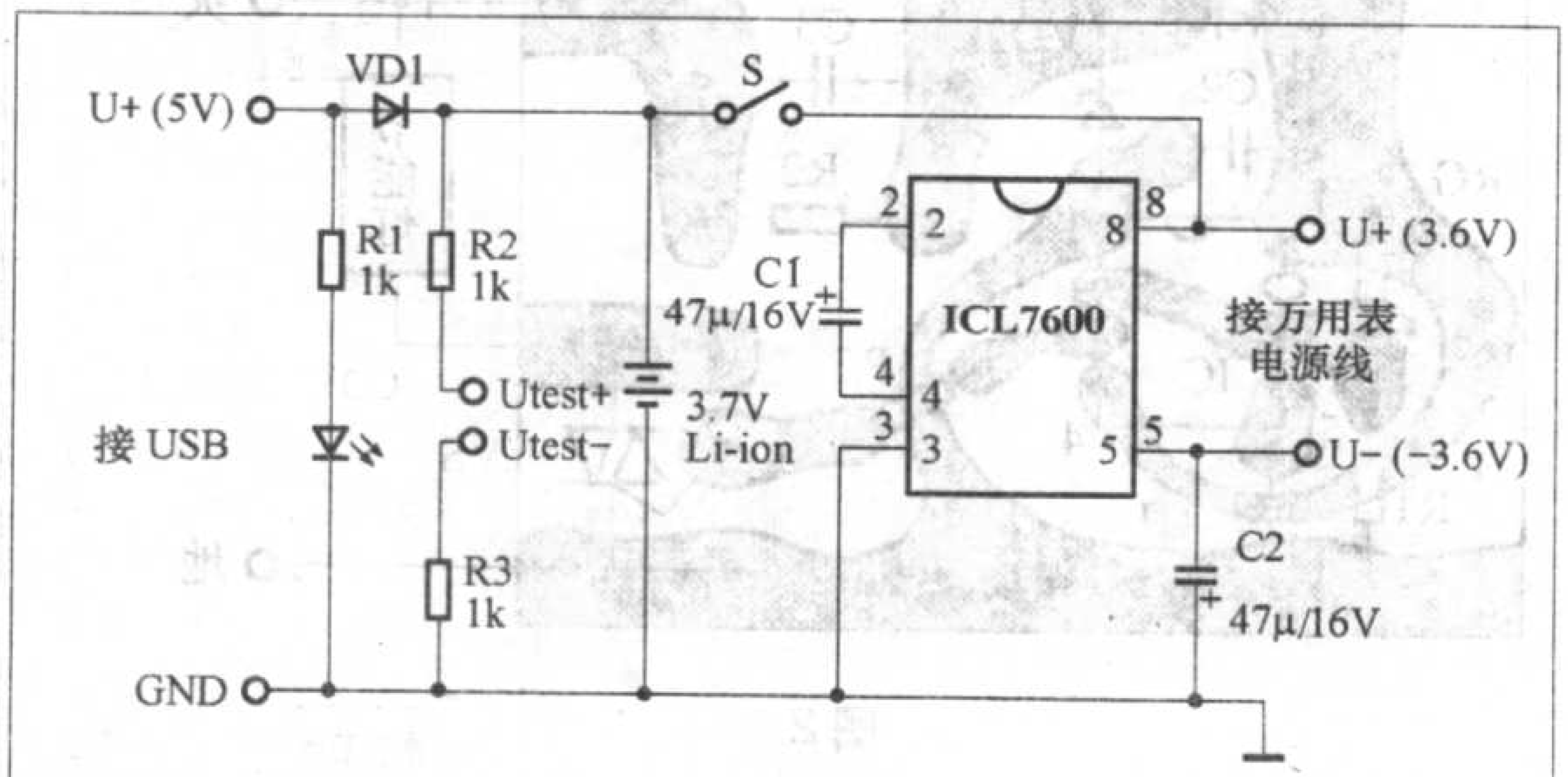


图1

整个电路所用的元器件不多，电阻、电容等都可以用贴片器件，锂电池要将其从手机电池外壳中拆离后使用，这样一来整个改装电路的体积会减小很多。在拆离锂电池的过程中，最好将电池自带的充电保护电路（如图2）保留，这样既可以充分利用废旧锂电池，又能简化充电、供电电路的设计。

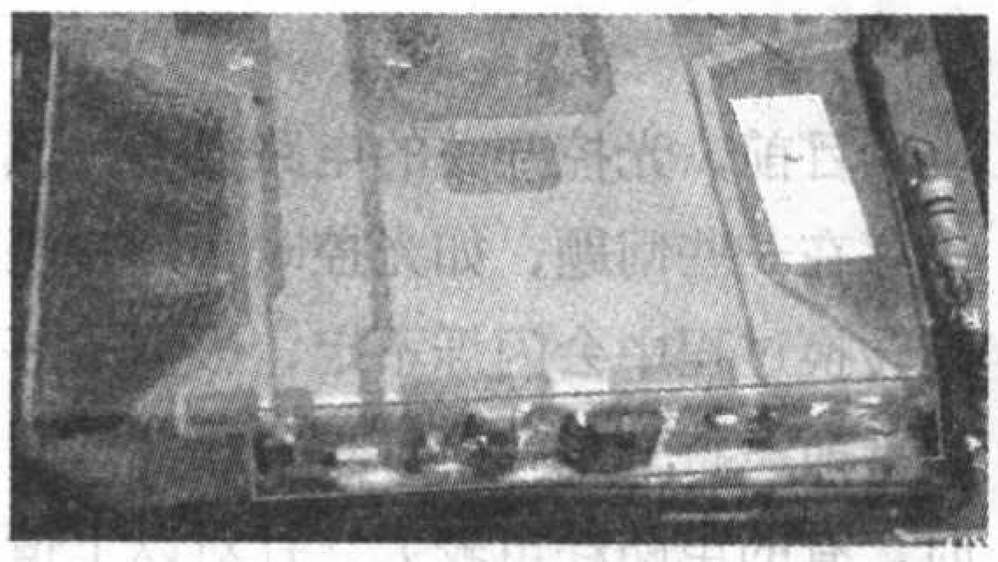
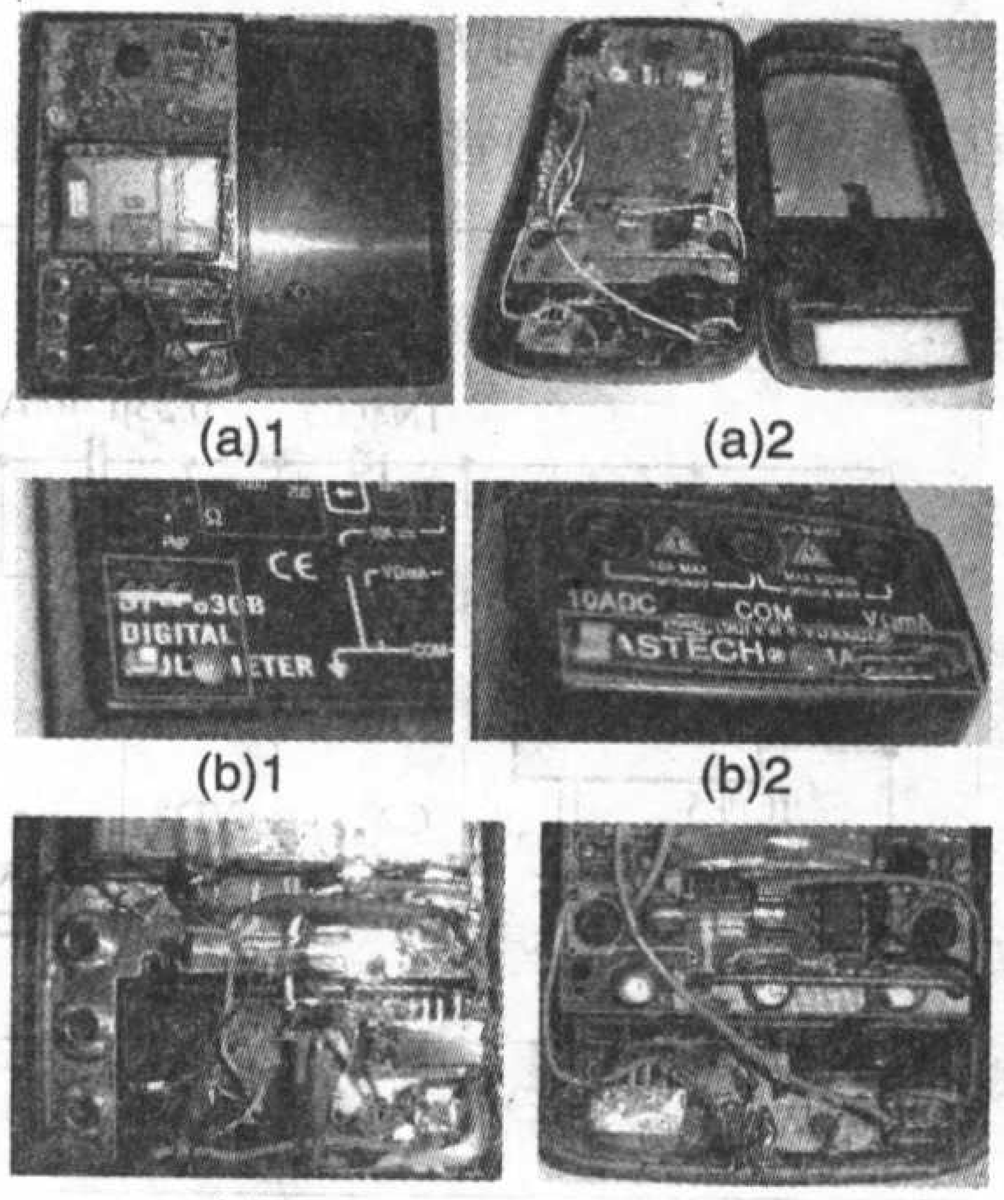


图2

安装过程中，锂电池可用双面胶固定在万用表后背板上，必要时可在电池与背板之间加上一层海绵，以起到加固作用。IC和电路的器件可放在原来放电池的位置，开关、USB口、LED的孔在万用表的前面板上先选定位置打好，然后想办法用万用胶或硅胶固定好。笔者自己改装的表如图3，其中左、右图分别为使用ICL7600、MAX1682改装的万用表，制作时可供参考。



(a)1 (a)2

(b)1 (b)2

(c)1 (c)2

图3

节能灯光控开关

文/俞 虹

目前，光控开关的电路很多，但也存在一些问题，如光控时，灯在亮暗转换过程中会闪烁不定，影响了灯的寿命，特别是节能灯更易损坏。同时，有的电路耗电较大。针对以上情况，本人设计了一种光控开关。它采用电容降压电路有效地降低了功耗。同时，采用时基集成电路使灯不易闪烁。

工作原理

电路原理图如图1所示。220V交流电压通过电容C3降压，二极管VD1整流、稳压管VD2稳压和电容C2滤波后，输出6V的稳定电压供光控电路使用。IC和外围元器件组成光控电路。白天，光线较强时，光敏电阻RG的阻值较小，IC的输入端2、6脚为高电平，则输出端3脚为低电平。晶闸管VS的控制极没有电流通过，节能灯不亮。当夜晚降临时，光敏电阻的阻值变大，当阻值增大到一定的值时，使得输入端2、6脚为低电平，输出为高电平。这时晶闸管的控制极有电流通过，节能灯发光。当第二天的白天到来时，光敏电阻的阻值又逐渐变小，又使得输入端2、6脚为高电平，输出为低电平，节能灯熄灭。而灯不易闪烁的原理是：当灯快要从亮到灭或从灭到亮时，都会使IC的输入端2脚为高电平、6脚为低电平（相对于内部比较器而言），输出保持原来的高电平或低电平。当灯从亮到灭或从灭到亮时，输入端2、6脚都为高电平或低电平，即输出从高电平变为低电平或低电平变为高电平。这时即使输入电平有不稳定的情况，也不会使输出电平发生变化，从而避免了灯的闪烁。

元器件选择和制作

IC选用时基电路NE555。降压电容C3用0.33μF/400V的涤纶电容。晶闸管VS为1A/400V，（型号可选MAC97A6）。稳压管VD2用6V/0.5W的。光敏电阻RG用一般的亮电阻<10kΩ、暗电阻>2MΩ的。节能灯为5W～20W。

制作时，按图2制作一块电路板。元件焊接无误后，接好线路和灯，要求按图中要求接地线和火线。通电后，用万用表测电容C2两端电压应为6V，如测量发现电压为0V，说明稳压管击穿。电压正常后，用黑胶布贴在光敏电阻上灯要发光，撕开胶布灯要熄灭，说明电路基本正常。然后，用万用表测晶闸管控制极电流大约以3mA为正常，如发现电流大于5mA，应调小R3的阻值。

最后，找一塑料壳（也可以用声光控开关壳代替）。将塑料壳上开一小孔，使光敏电阻表面能露出。这样，节能灯光控开关即做成。安装时，最好找自然光易照到，而灯光不易照到的地方，并且不要安装在雨能打到的地方。使用中如发现灯亮暗时间不尽人意，可适当改变R1的阻值。

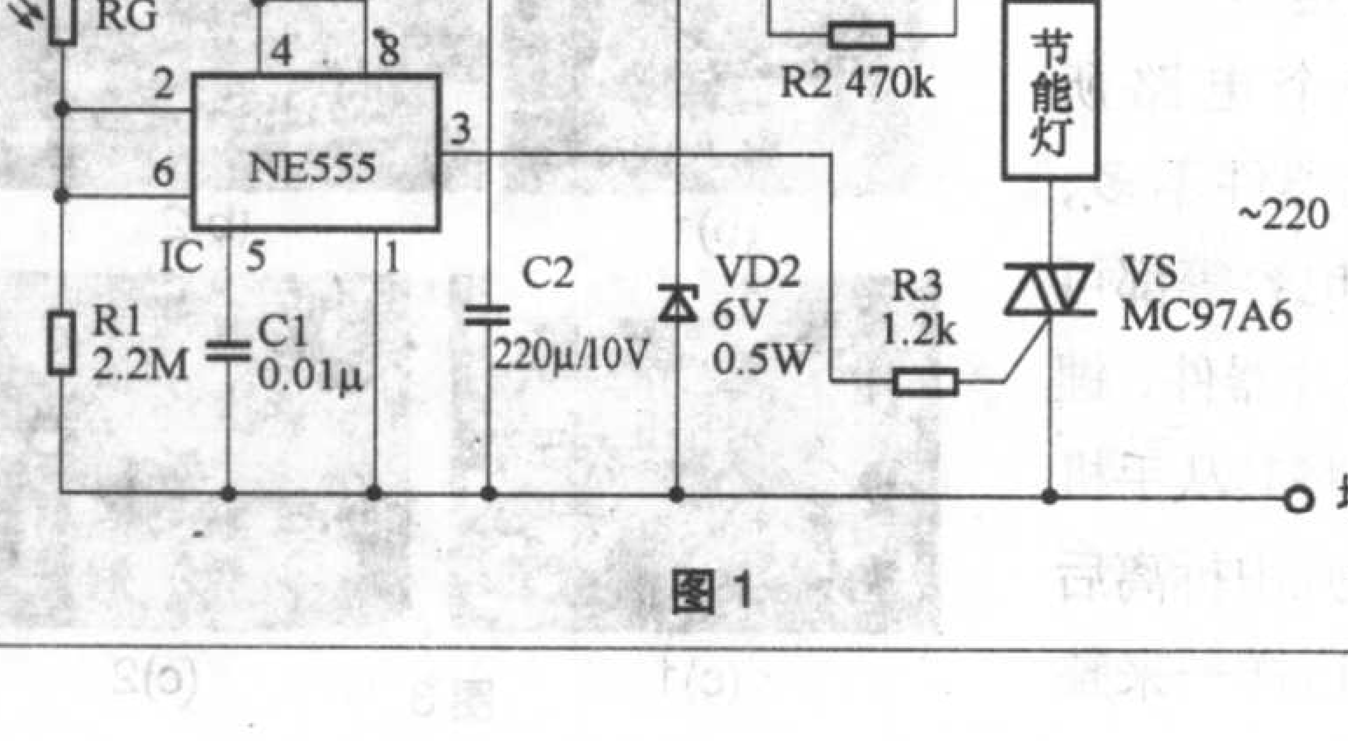


图1

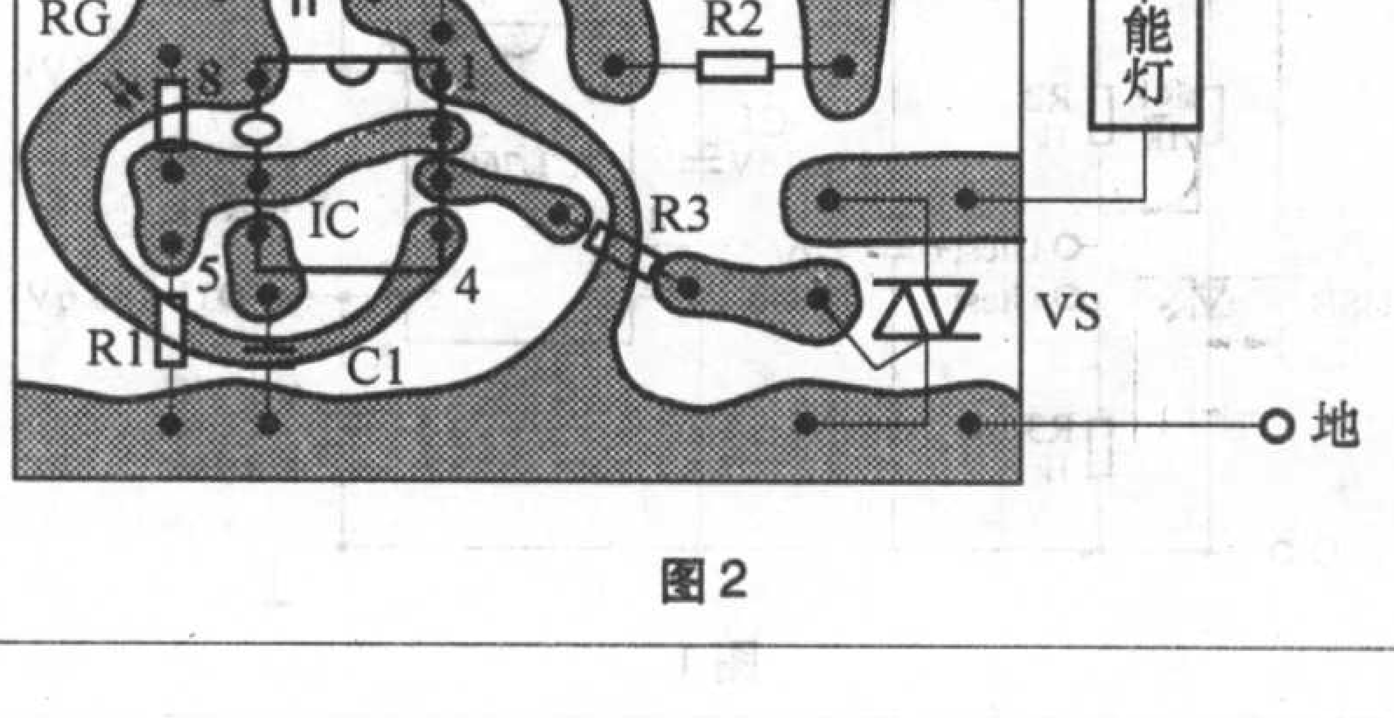


图2

输液自动监护器

文/常光宇 王伟 范凯

目前，患者输液必须有人盯住吊瓶，当药液快尽时，及时告诉医生。手术后的患者，夜间要换几瓶药，给护理人员造成很大的工作负担。

我们试制了一种输液监护器，患者输液时将小探头夹在输液器的液斗上，吊瓶药液滴尽时，液斗里药液平面下降，液斗里液面下降到一定值时监护器即发出报警声，提醒医护人员换药。经实验，灵敏度和准确性都很好。

一、电路原理

本设计采取了非接触性的取样方式——电容法。它是在透明有机玻璃框架内侧贴两片铜片组成液位传感器，见图1。输液时，输液器的液斗夹在两个铜片之间。我们知道，电容的容量与两个极板中间的介质有关，液体介质就比空气介质容量大。从而用测量两个铜片之间电容量的方法取得液位信号。图1是用有机玻璃片制成外壳（用胶粘成），正面敞开，卡在液斗上，还能直接看见液斗液位。两个铜片的电容量与液位高低成比例。液位下降则电容减小，监护器测得的电压也减小，通过放大和比较，小于设定值时，扬声器就发出提醒声音（轻微的救护车的声响）。

输液自动监护器电路见图2。非门IC1、IC2、IC3与电阻R1、R2及电容C1组成振荡器，产生交流振荡信号。C3是液位传感器内侧两个铜片组成的电容。振荡器的交流信号通过C2和C3耦合到二极管VD1整流，得到直流信号。

C3的容量随药液液位而变化，所以，直流信号的大小就代表了液斗液位的高低。运算放大器IC4、电阻R4和R5组成同相运算放大器。由于监护器的工作电压很低，C3容量很小，直流信号就很微弱。所以，要经IC4放大2倍左右送到IC5。IC5与电位器RP、电阻 R6连接成比较器。由电位器RP来设定比较电压（即报警电压）。设定的报警电压为满电压（与铜片上边线相等的液位产生的电压定为满电压）

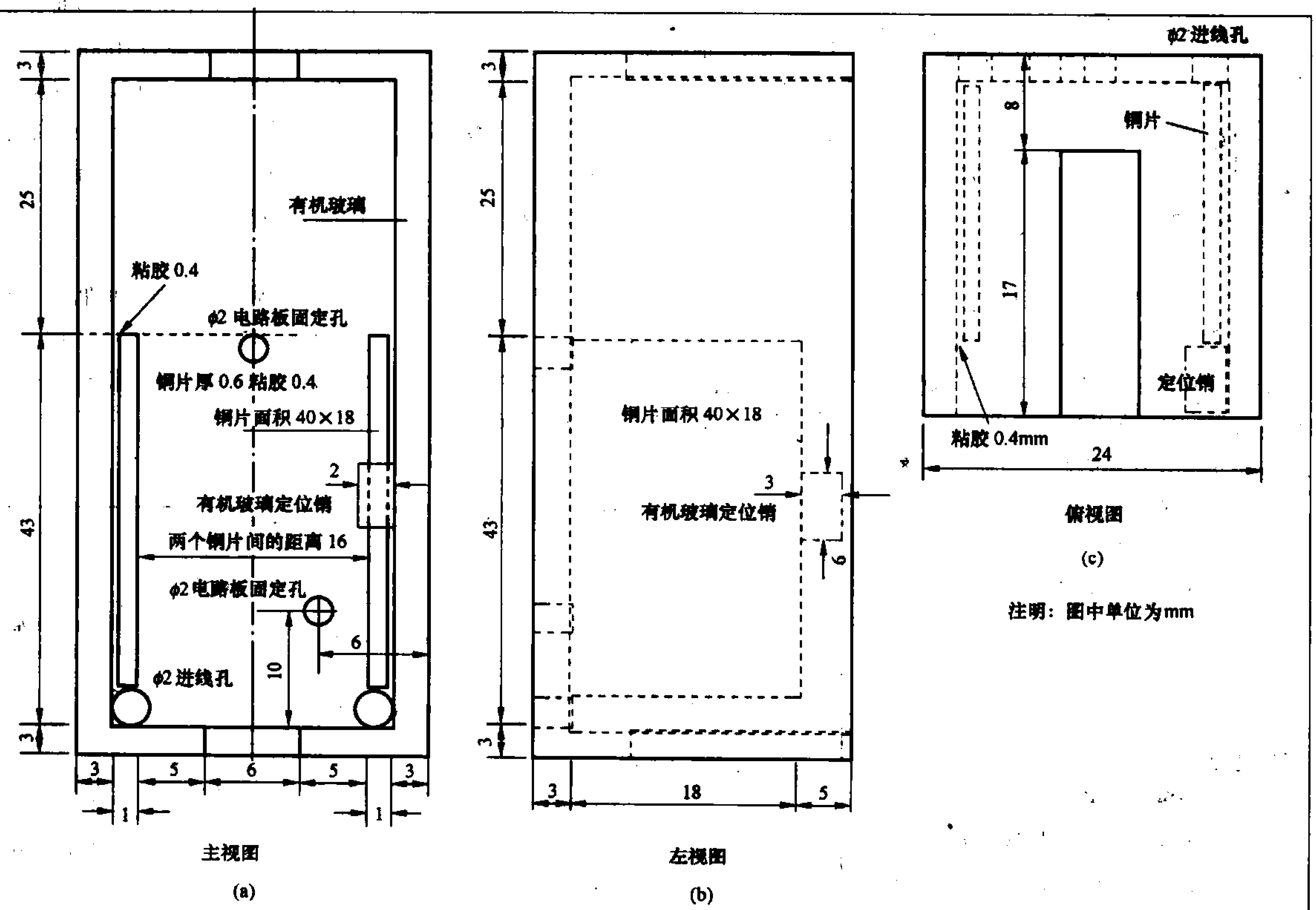


图1

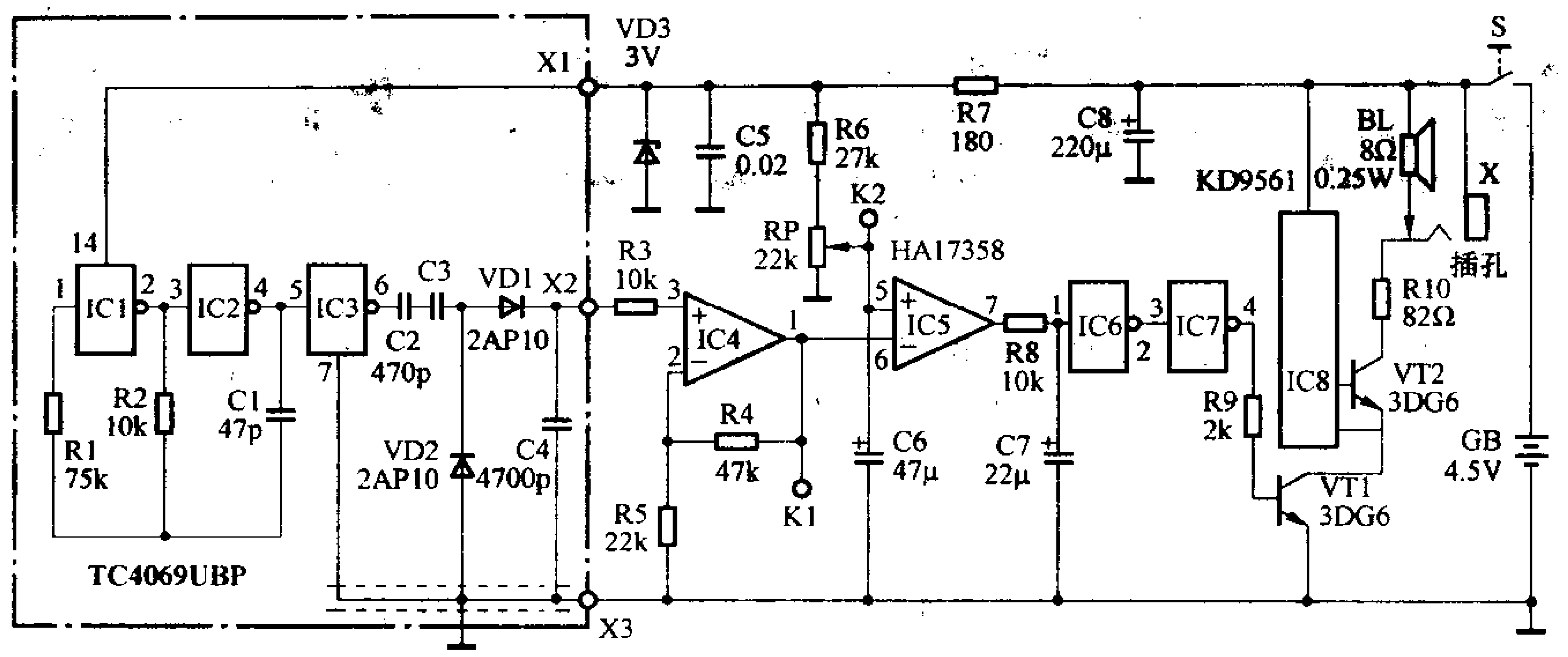


图2

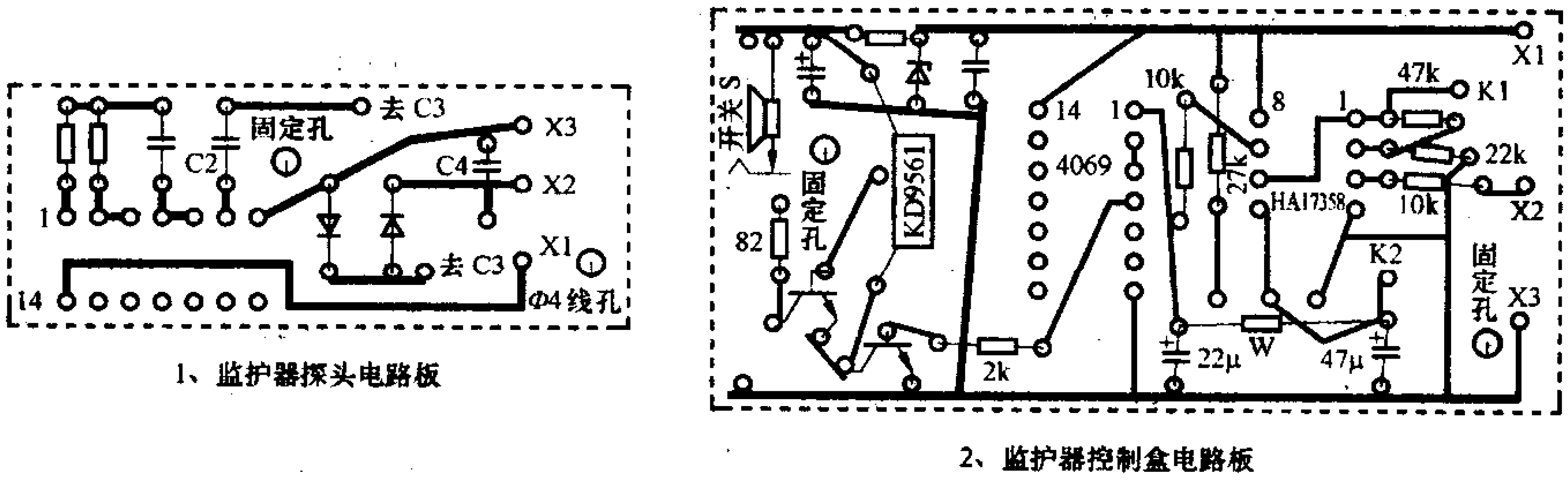


图4

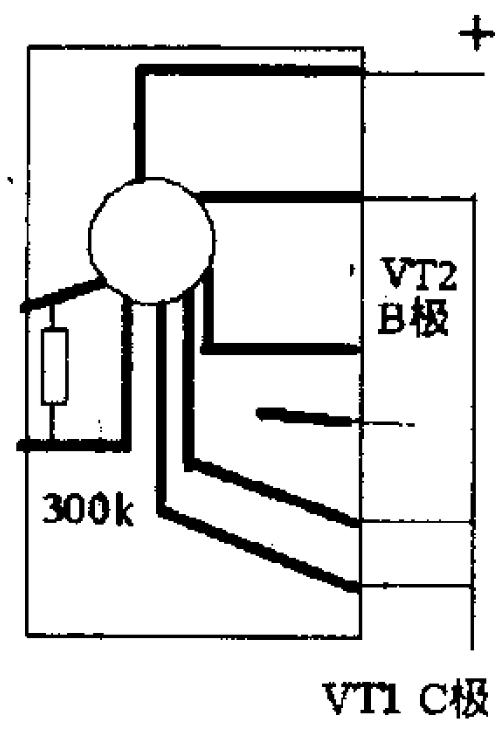


图3

的80%左右。当药液少时，直流信号也低。低于设定的报警电压时，IC5就输出高电位。经IC6、IC7反相（它使报警更准确，经实验，不加IC6、IC7报警临界点就不稳定），使三极管VT1导通。IC8是四声音乐集成块接成救护车音乐（见图3），VT1导通等于接通IC8电源负极。IC8就使扬声器BL发出救护车声音。改变R9的数值可以调节扬声器声音的大小。

VD3是稳压管，与R7、C5接成稳压电路。使电源电压下降到4.1V时电路仍能维持工作。

二、元器件选择

图2虚线框中的电路焊在一块50mm × 22mm的小电路板上（印制电路板图见图4），与液斗传感器外壳固定在一起。最好固定在液斗传感器壳的后背上，组成液斗探头。其他元器件装在一个小盒内组成监护器的报警部分——控制盒。这样做可使探头与控制盒连线延长到1.2m。监护器要采用两块TC4069UBP集成电路，IC1、IC2、IC3共用一块。IC6和IC7用另一块。

液斗探头信号很微弱，容易受干扰，为了延长液斗探头与控制盒连线，减小干扰，X1、X2和X3采用两芯屏蔽线，屏蔽层要做地线，由三线插件连接。扬声器BL用高度小于10mm的超薄内磁型小扬声器。

X为耳塞插孔。插上耳塞，就只有监护人员能听到声音。不影响患者的休息。C1、C2必须用云母电容，C3两端连接线大于40mm时要用屏蔽线。

三、调试

由于探头液位传感器为有机玻璃框架，尺寸加工不易精确地控制，传感器满电位也不会完全相同。现在举一个我们调试中较为理想的实例，供参考。

当液斗里的液位与铜片高度相同时，测试K1点的电位。如果为1000mV。这时调整电位器RP，使K2点电压为800mV。调整输液器液斗液位，使液位慢慢下降，下降到原来液位80%左右时，开始报警。表1是我们对几种常用药液的实验结果。

如果将每个输液监护器的报警信号都送到病房的护士中心，护士中心就能及时知道第几号病床输液完毕。

表1

序号	输液配方	用途	液斗液柱高 42mm～0mm K1点电位	设定的K2点报警电位 800mV	结论
1	10%250mL 葡萄糖注射液	医疗常用药 输液溶剂	1250mV～480mV	800mV	液柱信号正常 液柱报警准确
2	5%250mL 葡萄糖 青霉素800万单元	抗炎常用药 术后常用药	1290mV～520mV	800mV	液柱信号正常 液柱报警准确
3	5%250mL 葡萄糖 硫酸庆大霉素24万单元	抗炎常用药 肠炎常用药	1300mV～420mV	800mV	液柱信号正常 液柱报警准确
4	500mL 氯化钠 注射液	脱水输液 输液溶剂	1380mV～590mV	800mV	液柱信号稍有偏移，但是液柱报警准确

多功能报警器

文/李亚兵

本文介绍一款集有害气体报警、防盗报警和天亮“小闹钟”为一体的多功能报警器。该电路具有电路结构简单、成本低、易制作等优点。可用于家庭、商店、仓库等监控场所，具有较广泛的使用价值。

一、电路工作原理

该多功能报警器由电源电路、有害气体检测电路、防盗报警器件、天亮“小闹钟”器件和声光报警器件组成，如图1所示。

电源电路由电源变压器T、整流二极管VD1～VD4、滤波电容器C1和稳压二极管VD8组成。

有害气体检测电路由气体传感器QM–N5、可调电阻RP1、RP2、二极管VD5等器件组成。

防盗报警器件主要由干簧管和小磁铁组成。

天亮“小闹钟”器件主要由开关S和光敏二极管VD6组成。

声光报警器件主要由多彩发光二极管VD7和压电蜂鸣器HA组成。

1. 有害气体报警电路工作过程

平时，气敏传感器QM–N5不接触有害气体（一氧化碳、煤气、液化石油气等），其A、B两极间的电阻值很大，这时二极管VD5不导通，使三极管VT1、VT2、VT3均截止，声光报警器件不工作。当被监控区的有害气体的浓度达到一定值时，气体传感器A、B两极间的阻值将变小，使二极管VD5导通，这时器件C2、R1会延时一段时间（延时很短，主要是预防误报警），延时结束后三极管VT1、VT2、VT3均饱和导通，使压电蜂鸣器HA发出报警声，多彩发光二极管VD7发出多彩光，实现了有害气体报警的要求。

2. 天亮“小闹钟”电路工作过程

白天开关S是断开的，到晚上可以闭合。晚上S闭合后，光敏二极管VD6接收不到光，这时VD6不导通，使三极管VT2、VT3均截止，声光报警器件不工作。当天变亮或光线达到一定要求时，光敏二极管VD6感知信号使其内阻变小而导通，使三极管VT2、VT3均饱和导通，声光报警器件发音、发光实现天亮“小闹钟”的目的。

3. 防盗报警电路工作过程

干簧管只有配合小磁铁才能工作，即小磁铁靠近干簧管时干簧管触头就断开，反之则闭合。平时干簧管和小磁铁是在一起的，即干簧管触头是断开的（无盗贼时），三极管VT2、VT3均截止，声光报警器件不工作。当盗窃者把干簧管处隐蔽的小磁铁移动时，干簧管触头闭合，使三极管VT2、VT3均饱和导通，声光报警器件发音、发光实现防盗报警的目的。

二、元器件选择

气敏传感器选用QM–N5型气敏器件；VT1、VT3均选用S8050硅NPN型晶体管；VT2选用S8550硅PNP型晶体管；RP1、RP2选用自锁式有机实心电位器；VD1～VD5选用1N4007的整流二极管；C1、C2选用耐压值为15V的电解电容；R1～R3均选用1/4W的碳膜电阻或金属膜电阻；压电蜂鸣器HA选用HY–3015A，电压：3V～24V；VD6选用一般的光敏二极管；VD7选用多彩发光二极管。T选用220/6V、5W的电源变压器。

三、制作与调试

本文提供了整个报警电路印制电路板图，如图2所示，根据此印制电路板图可以先制作电路板，电路板制好后，接着按要求根据报警电路装配图来安装电路并焊接电路板，如图3所示。装配图中A、B两个端点接变压器T的次级，多彩发光二极管VD7可以并接在压电蜂鸣器HA两端。

因为气敏传感器QM–N5的加热丝工作电压为5V，电路板焊好通电时，要调节电位器RP2使气敏传感器的加热丝两端电压为5V。调节电位器

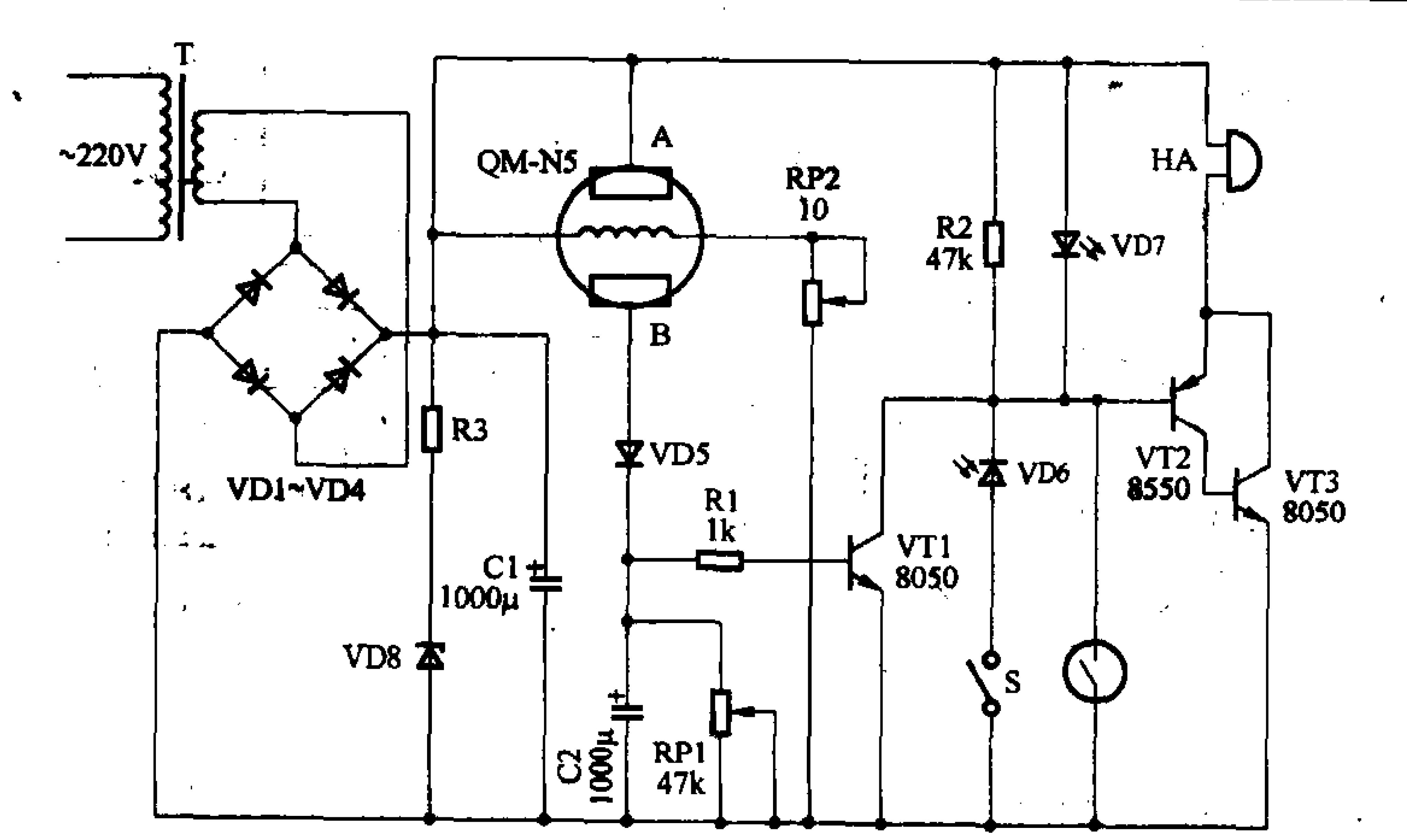


图1

用DS600构成的计算机系统风扇温度控制器

文/李二友

随着计算机的高主频在带来高运算速度的同时，也带来了高的发热量。CPU、显卡、硬盘、电源的高发热量会使系统运行不稳定，易造成死机，甚至烧毁器件等严重后果。降低机箱内的温度，传统的做法一是直接在机箱内安装上系统风扇，但是这种方法造成不利的影响是风扇高速运转，不管温度下降多少，它都在不停地运转，不仅加大了系统的耗电量，也严重地影响了风扇的使用寿命，还会带来严重的噪声；二是直接装上系统风扇的同时装上一个手动开关，当感到计算机机箱内的温度升高后，人为地打开开关，使风扇转动，温度下降后，再关上开关，风扇停止转动。这种做法太繁琐，常常忘了开或者关。基于上述考虑笔者研制了一款用温度传感器控制系统风扇转速的小电路。当机箱内的温度过高时，自动启动系统风扇，使它运转，环境温度越高，系统风扇转速越快，当温度降至要求的温度以下时，风扇停止运转。这样，既降低了机箱内的环境温度，又减少了环境噪声，系统能耗也降了下来，稳定性也提高了。

温度控制器的电路原理图见图1。该电路由美国MAXIM公司生产的温度传感器DS600作为温度控制器件，它在不同的环境温度下输出不同的信号电压，再用双运放LM358对信号进行放大，放大后的驱动电压控制场效应管，带动电风扇。基本原理是：DS600是一个高灵敏度、模拟输出温度传感器，它的供电电压范围是2.7V～5.5V，此电路定为4.7V。它的温度变化与输出电压的关系是6.45mV/℃，呈直线变化。工作温度范围是-40℃～+125℃，

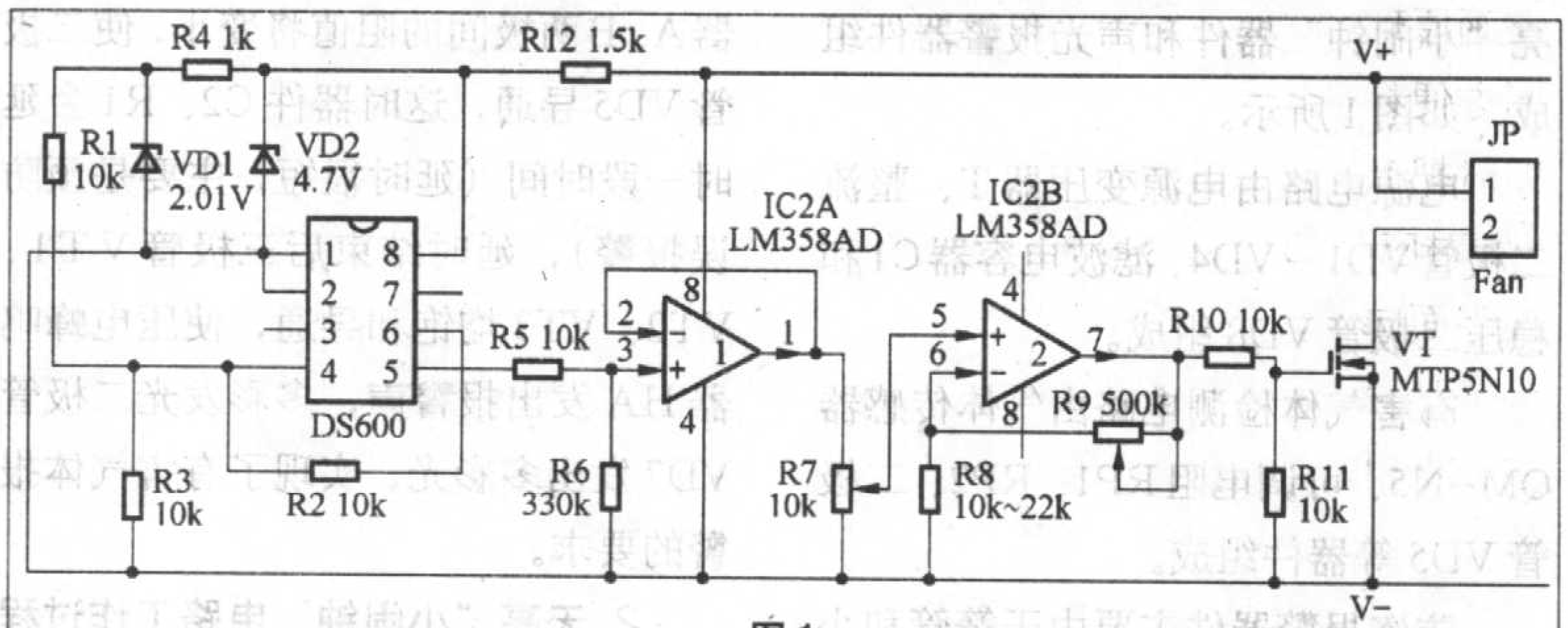


图1

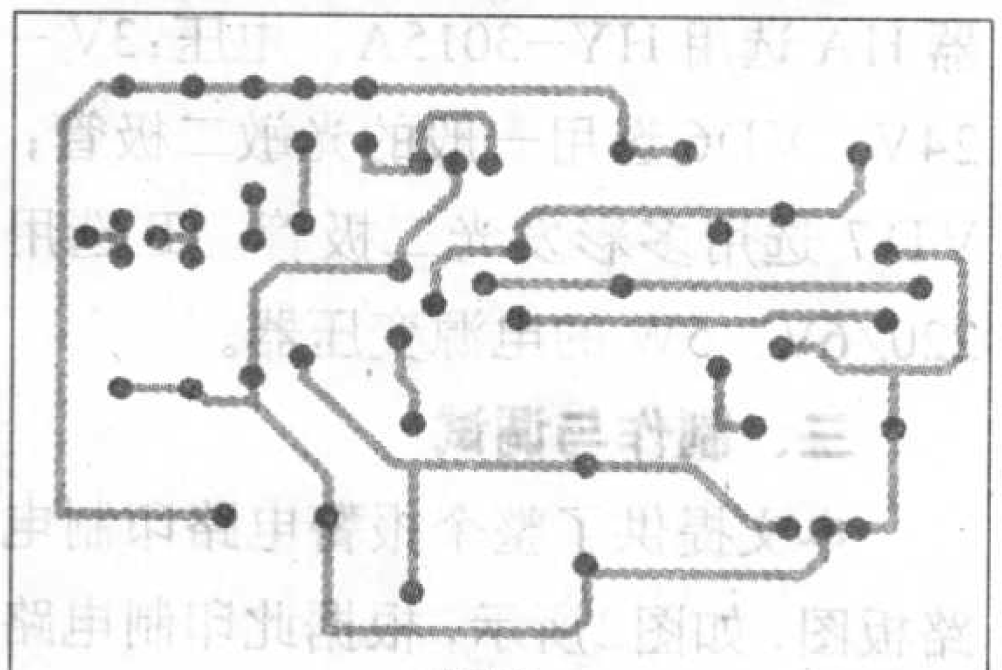


图2

RP1的阻值，可以调节有害气体报警电路的灵敏度。调试时，先接通电源，预热10min后，用打火机的出气口对准气敏传感器，边轻轻按压打火机（打火机出气，但不要使打火机出火），边缓缓微调电位器RP1的阻值，使压电蜂鸣器HA刚好发出报警声。停止送气，压电蜂鸣器HA应停止报警。几分钟后再用同样的气体送气，检查报警器是否能迅速动作报警。反复几次，提高报警的灵敏度，使其能可靠的工作。调试完毕后，将电位器RP轴柄上的紧固螺母拧紧即可。

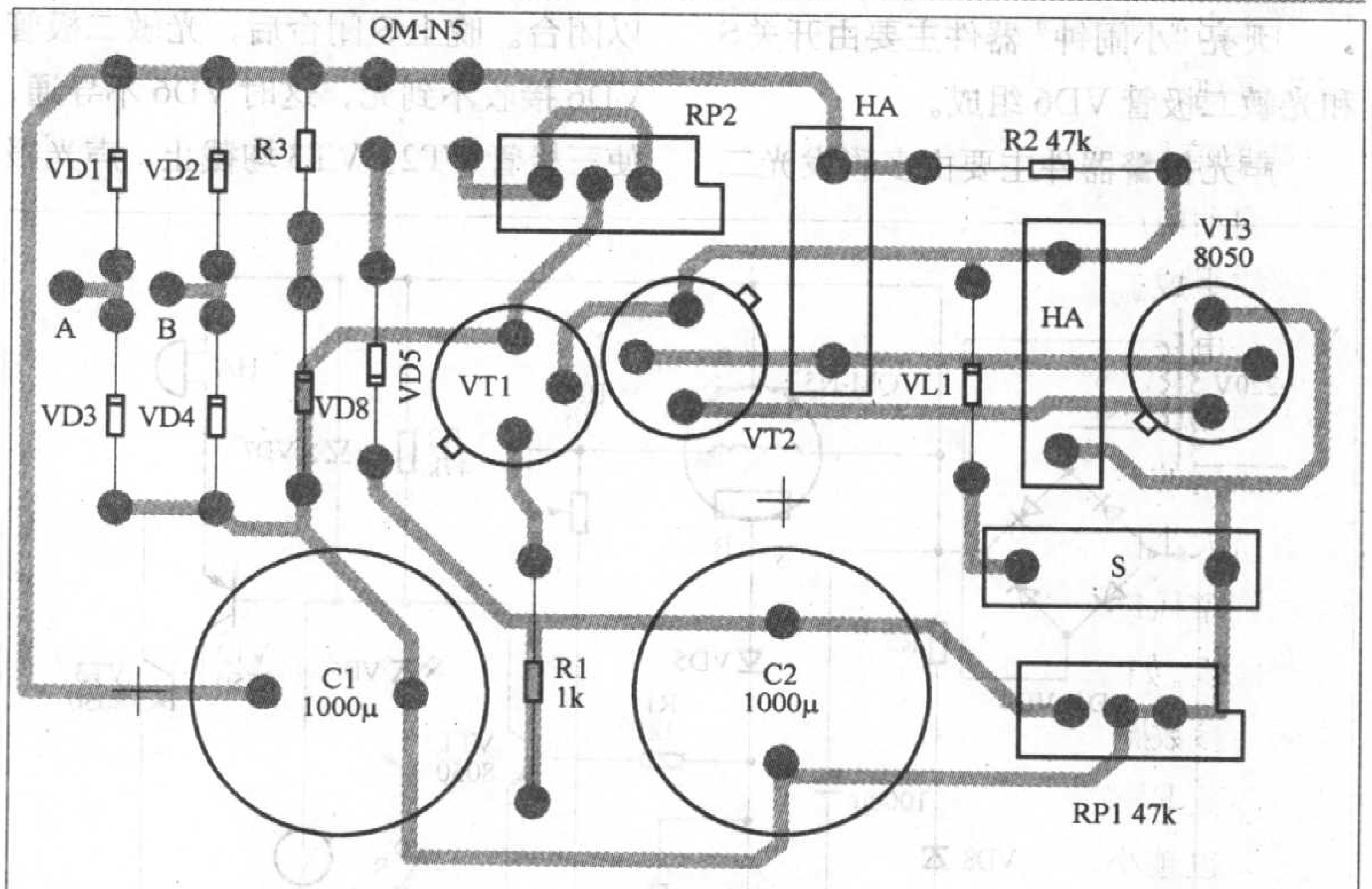


图3

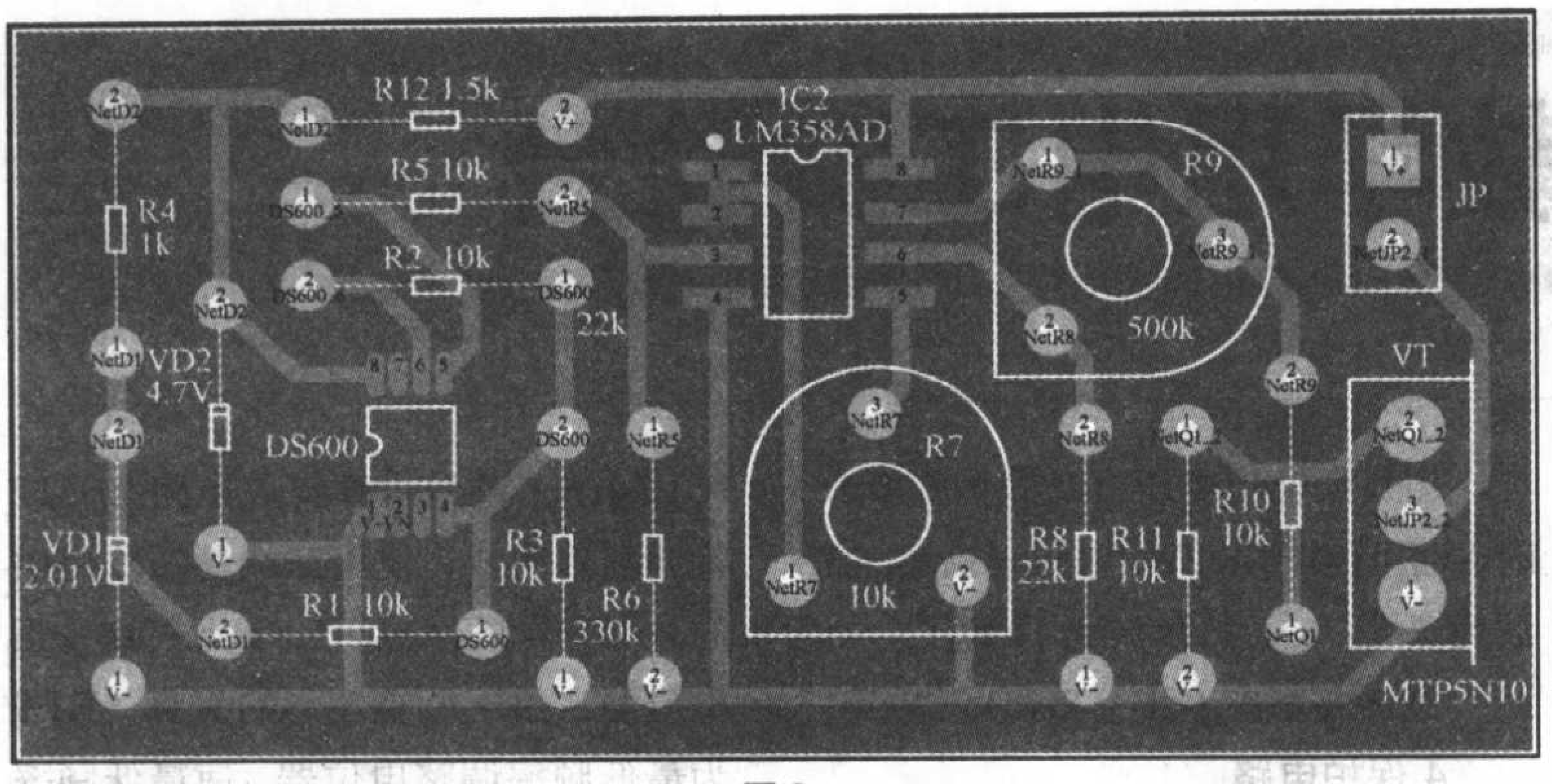


图2

以μSOP8贴片式为封装形式。在它的背面（封装形式贴近电路板面）有一块类似散热器的金属面，用它来感知外面的温度，为了使感温灵敏，笔者在画原理图及PCB图时，为了画PCB图方便将DS600翻了过来，即画原理图时把1、2、3、4脚分别与8、7、6、5脚对应对调，这样就把感温区朝外，而字面向里。实际电路DS600的1脚为V_{DD}，而本电路却是8脚为V_{DD}……这一点望读者们看图时要注意。由5脚输出的信号电压经过由R5、R6组成的分压隔离电路馈送至LM 358运放之一组成的电压跟随器，将信号电压同相输出至下一级，这一级的作用主要是隔离，将信号电压全部传给R7。R7拾取信号电压，它可以调整系统风扇的启动电压。再经过LM358 的另一个运放组成的高增益同相电压放大器将信号电压放大到足够大，经过R10、R11的分压送至场效应管的栅极控制系统风扇的电流。高增益电压放大器的增益大小由R9、R8决定。调整R9可以调整风扇运转与最大转速的温度控制范围。如果读者在仿制时按图1中给出的参数感觉控制范围不够满意时，可以改变R8的阻值，R8越小温度控制范围也越小，放大器的增益越高，但是也要适度，增益过高了，超过了一定的范围，控制效果也会适得其反。笔者体会R8不要小于10kΩ。值得一提的是，笔者在制作时曾用一只中功率三极管代替场效应管作为末级驱动风扇，但实际应用时感觉不如用场效应管的效果明显，即风扇启动——运转——最大转速时的作用不显著。

所有电路笔者都制作在一块45mm×22mm的单层电路板上，PCB图见图2、3D视图见图3。按PCB图用复写纸转画到电路板上，笔者是用刀子刻出来的，当然有条件的读者可以到外面加工。按照图中给出的参数，配好元器件。稳压管用1/2W的，电阻是用1/16W的碳膜电阻，LM358用的贴片封装μSOP8。场效管用的TO—220封装，系统风扇用12V的，最好是滚珠轴承的。

电路板加工好后，先将DS600两排引脚分别用尖嘴钳夹着一面引脚1～4脚或5～8脚轻轻的弯向字面一侧。先焊贴片元器件，再装电阻及稳压管。焊接无误后，将V+接至计算机ATX电源的+12V（黄线）输出上，如果有条件的话可以拆开ATX电源壳，将V−接至−5V（白线）输出上，这样V+～V−就有17V的电压。如果条件不允许也可将V−接至地线（黑线）上，此时V+～V−有12V的电压，此时风扇的最大转速不一定很理想。全部接好以后，把电路板悬在计算机机箱内部较空旷的部位，且温度较高的部分，要注意绝缘，不要碰到其他的板卡等，系统风扇装在机箱后部适当位置，就可以加电调整了。可以根据实际的应用情况调整R7和R9。风扇启动时的环境温度由R7来调整，运转后风扇至最大转速时的环境温度范围由R9来调整。根据情况读者可以并接几个系统风扇，安装在不同的位置。

笔者的实际应用情况测试：开机后，当机箱内温度升到28℃时，系统风扇启动但转速较慢，当箱内温度继续上升到32℃左右，风扇转速明显增加，工作一段时间后基本达到机箱内温度上升与系统风扇转速增加再到机箱内温度下降的动态平衡状态。当室温在30℃左右时，箱内温度基本可以维持在32℃左右。当室温上升这个温度也相应上升，但风扇噪声很小，转动平稳，基本达到设计要求。

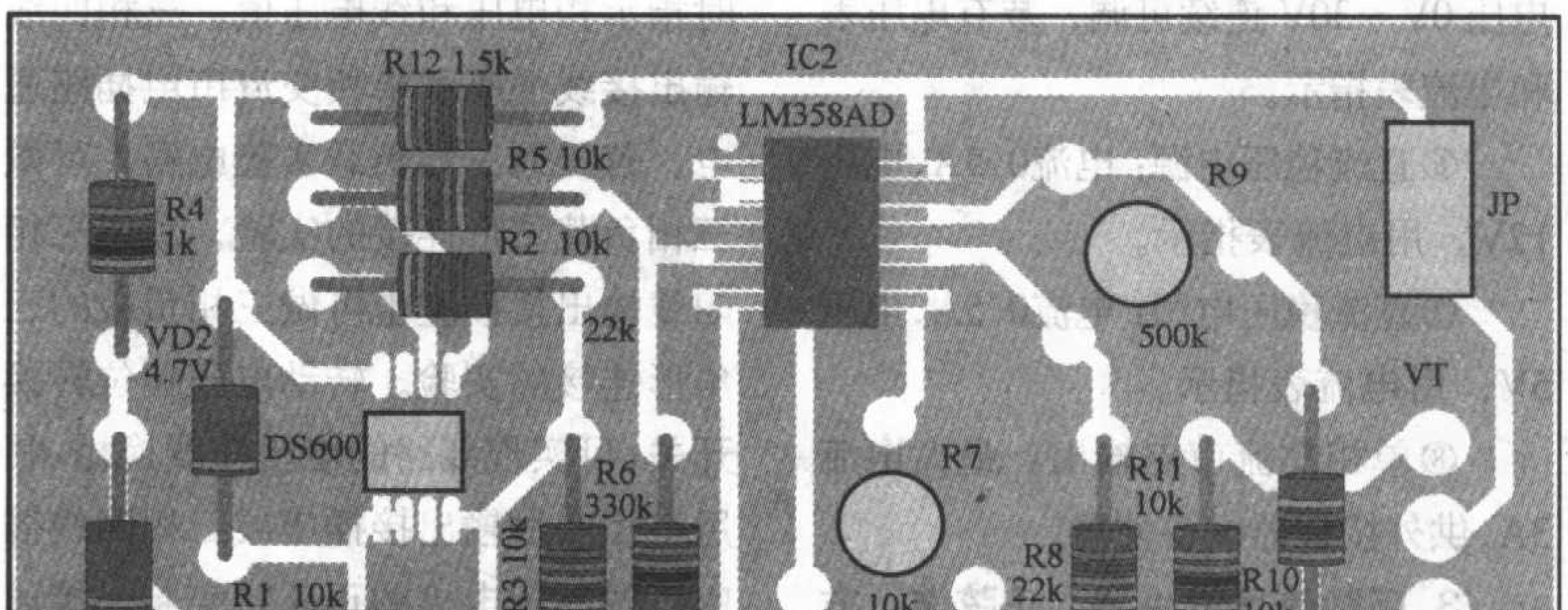


图3

自制教学用电工实验台

文 / 杨明智

本文介绍的教学用电工实验台，结构简单，成本低廉，经过一年多的实际应用，性能良好。它可以完成基本的电工实验项目，为教学工作带来极大的方便。

技术指标

1. 电源输入

该实验台设有交流三相四线及地线输入接口，配有三相指示灯、漏电保护开关、电压相位转换开关，用电压表和电流表监测三相电源。

2. 电源输出

①三相四线输出接线插座“U、V、W、N、地”和三相四线的插座“380V/3A”。

②可调交流电源 输出电流0.5A，电压0V～250V连续可调，装有电压表和电流表指示。

③可调交流电源：交流输出电流1A，电压分6V、12V、24V、36V四挡可调，装有电压表和电流表指示。

④直流可调稳压电源：电流3A，电压0V～30V连续可调，装有电压表和电流表指示。

⑤直流可调稳压电源 电流0.5A，电压0V～30V连续可调，装有电压表和电流表指示。

⑥直流稳压电源：电流0.5A，电压12V，用电流表指示。

⑦直流稳压电源：电流0.5A，电压5V，用电流表指示。

⑧单相交流市电输出：最大电流3A，供外接仪器设备使用。

3. 函数信号发生器（正弦波、方波、三角波）

①频率范围：30Hz～100kHz，由频率表直接读取，基本误差≤3%。

②最大输出电压（负载为600Ω时）：正弦波为4.2V，电压表指示；方波为7.5V_{PP}，三角波为12V_{PP}。

③三级衰减：0dB、-20dB、-40dB。

4.保护电路

①电源总开关（漏电断路器）：接在三相四线输入端，可对三相或单相漏电、触电、过载进行保护。漏电动作电流＜30mA。

②总熔断器：三相输入熔断器UFU(3A)、VFU(3A)、WFU(3A)。

③电源开关SS1，熔断器FU1(1A)：单相交流调压电源的控制开关。

④电源开关SS2：低压交直流总开关。熔断器FU2(1A)：单相交流市电输出保护。

⑤电源开关SS3，熔断器FU3(2A)：低压可调交流电源的控制开关。

⑥低压直流稳压电源：全部采用过电压、过电流和过热保护集成电路。

工作原理

电路原理如图1所示，三相四线交流电经输入接口进入电工实验台。接通电源总开关后，三相指示灯亮，相位指示灯亮，相电压表和线电压表同时指示相电压和线电压值，三相四线输出接线插座和单相交流市电插座通电。若接通三相负载实验电路，可做三相负载星形连接的实验，利用三相四线输出接插座也可做三相负载的三角形连接的实验。转动电压相位转换开关，可实现线路的电压在线换相，利用三相四线输出接插座或三相四线插座可做三相电机的正反转实验。接通电源开关SS1或低压电源总开关SS2可完成相关的各类电工实验。

函数发生器由专用集成电路ICL8038、通用运算集成电路LF412等元器件组成，使用三端稳压器提供的±15V电压供电。RP1为失真校正电位器，用于调整波形的失真。RP2为最低频率调整电位器，使最低频率控制在20Hz～40Hz之间。RP3为频率选择电位器，利用VS1和R1产生的-2.5V基准电压完成频率范围的扫描。运算放大器IC1是为改善函数集成电路ICL8038内部恒流电路的性能而设置。运算放大器IC2构成的缓冲放大器输出-7.5V稳定电压，运算放大器IC3构成的积分电路对ICL8038输出的方波进行积分，当方波的占空比为50%时，积分器输出为0。反之，积分器通过ICL8038的5脚自动调整占空比，使占空比回到50%。运算放大器IC4是正弦波和三角波的电压放大器。RP4用来调节输出电压。IC5构成闭环负反馈运算放大器，对输出具有稳压性，晶体管VT1和VT2构成电流缓冲放大器，使输出阻抗得以扩展，以保证输出的通用性。二极管VD1和VD2是为消除VT1和VT2的交越失真而设。电阻R2～R6组成输出衰减器电路，以保证各级衰减电路的输出阻抗为600Ω。

元器件选择

电源总开关可选用额定电流6A、额定电压400V、额定剩余动作电流小于30mA的产品，笔者选用的是浙江德力西电器股份有限公司生产的DZ47LE系列漏电断路器。电压转换开关选用的是上海精益开关厂生产的LW5系列万能转换开关。调压器选用的是浙江天正集团有限公司生产的TDGC2J-1型接触调压器，变压器选

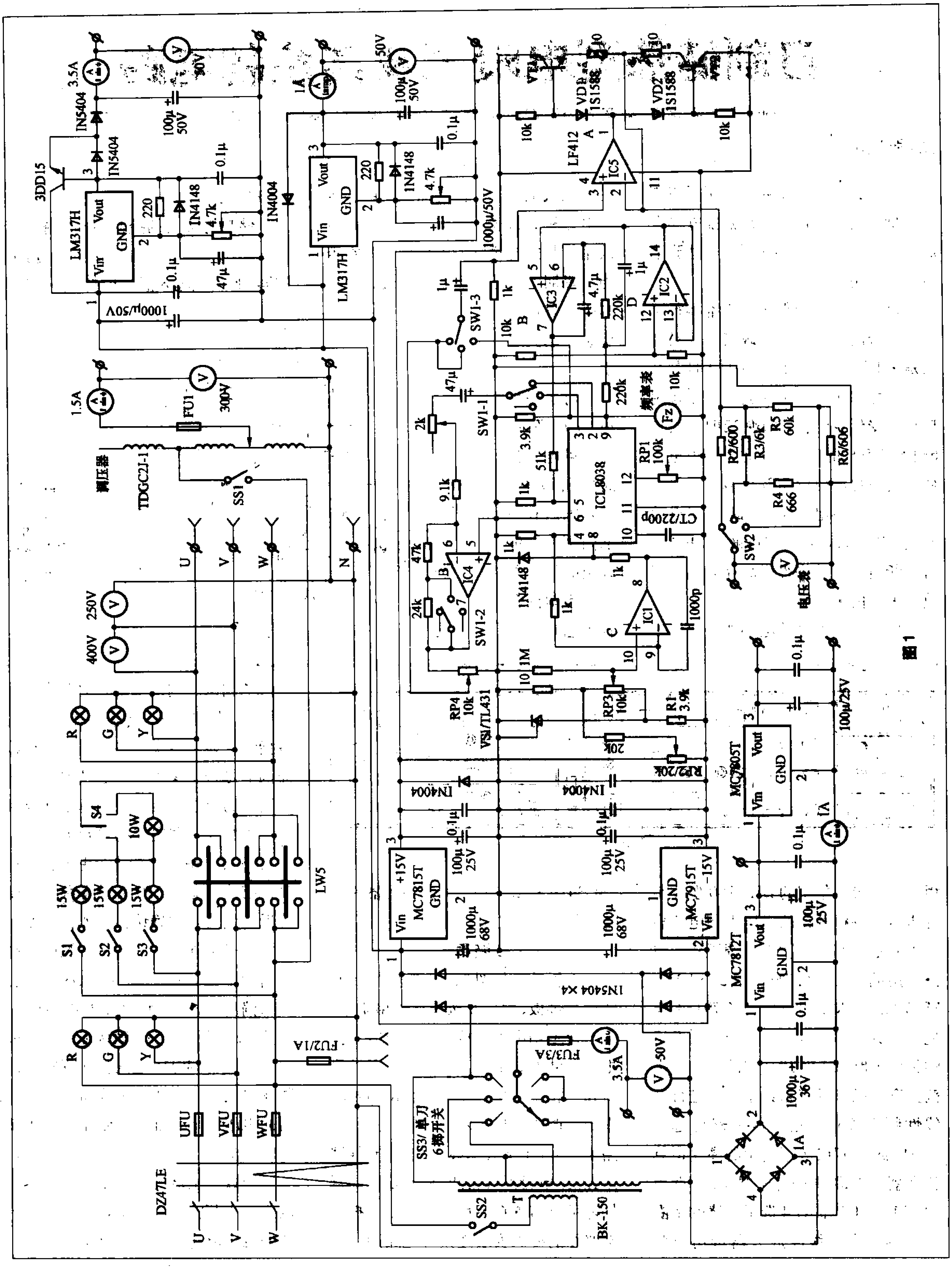

LM317H
Vin
Vout
GND
3DD15
1N5404
1N4148
1N4004
220
4.7k
0.1μ
47μ
1000μ/50V
100μ 50V
3.5A
50V
1A
LF412
IC5
IC3
IC2
IC4
IC1
VD1 1S1588
VD2 1S1588
10k
1k
220k
4.7μ
1μ
SW1-1
SW1-2
SW1-3
2k
9.1k
47k
24k
3.9k
51k
ICL8038
RP1 100k
CT/2200p
频率表
Fz
R2/600
R3/6k
R5 60k
R4 666
R6/606
SW2
电压表
1000p
1M
RP4 10k
VS1/TL431
RP3 10k
R1 3.9k
20k
RP2/20k
MC7805T
MC7815T
+15V
MC7915T
-15V
MC7812T
100μ/25V
1000μ 68V
100μ 25V
1N5404 ×4
1000μ 36V
FU3/3A
SS3/单刀 6掷开关
SS2
BK-150
1.5A
FU1
300V
调压器
TDGC2J-1
SS1
U
V
W
N
250V
400V
R
G
Y
S1
S2
S3
S4
15W
10W
LW5
FU2/1A
UFU
VFU
WFU
DZ47LE

图1

自制储热型电暖气及其控制电路

文/张国清

储热技术是指用电器在用低谷电时将低电价的电能转换成热能并储存起来，供用户全天候使用，以达到节省运行费用的技术。

近年来，全国很多城市都实行了平、谷分时电价，这一政策的受益者正是采暖用户。每年从11月1日起至次年3月31日止的4个月，电采暖用户可享受低谷时段，即晚22时至次日6时电价50%的优惠，此间生活用电一律按居民生活电价50%计算。

采用储热电暖器，每晚10时自动开启，散热的同时储存热量，次日6时自动断电，开始将夜里储存的热量释放出来，白天不再耗电。

目前，绝大多数电采暖用户仍采用直热式电暖气，没有储热功能。专家对这种现状表示担忧，并建议用户改用储热式电暖气，不仅可以不在用电高峰期“争电”，而且可以最大限度享受低谷电价优惠，达到双赢。

对居民用电，实行平、谷分时供电、分时定价政策，已是国内有关部门制定电价政策的趋势之一，目前许多省市已开始实行该政策。

储热电暖气的控制原理如图1所示。图中，由时间控制开关T与温度控制器ZK构成输入温度控制电路。T是

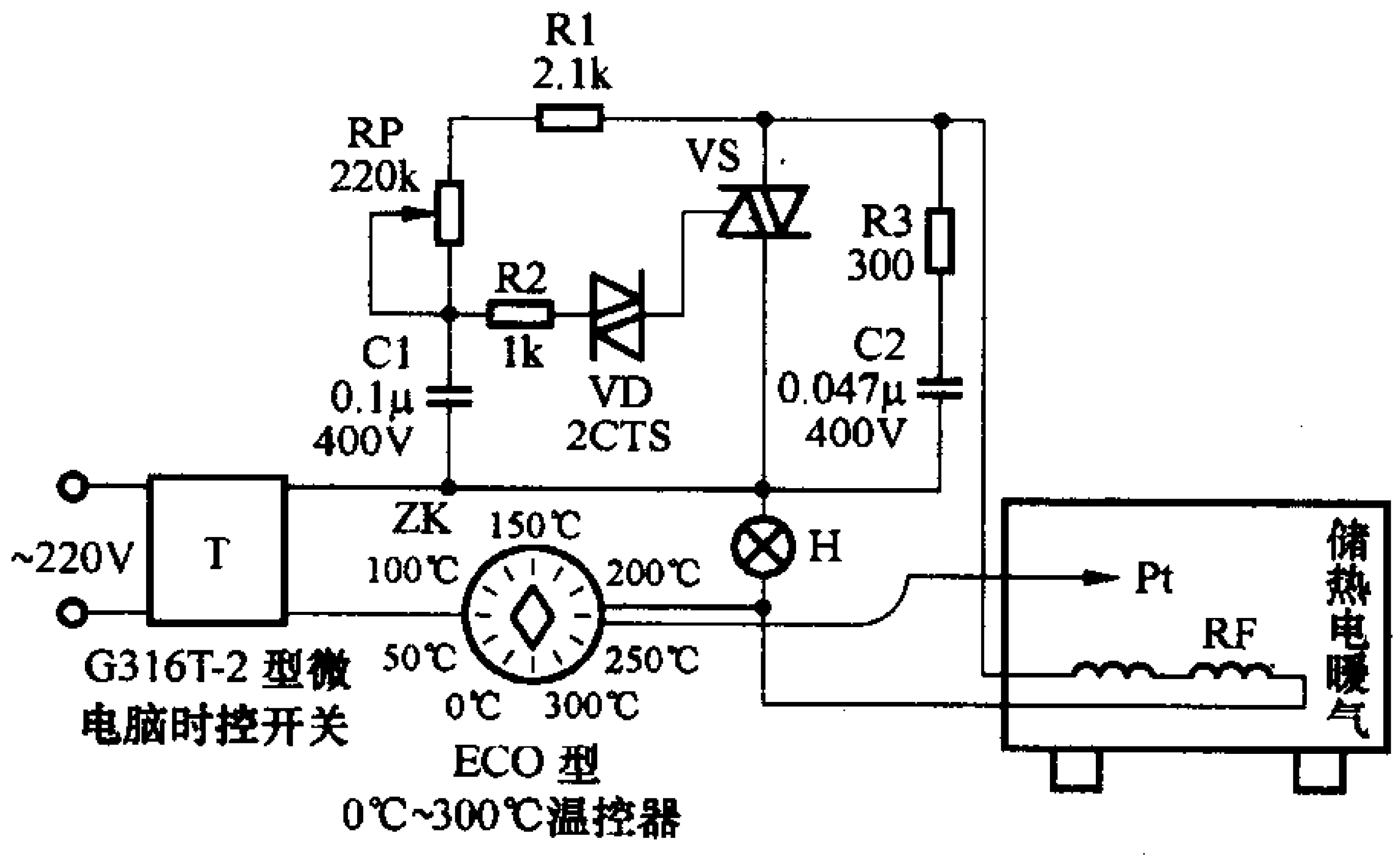


图1

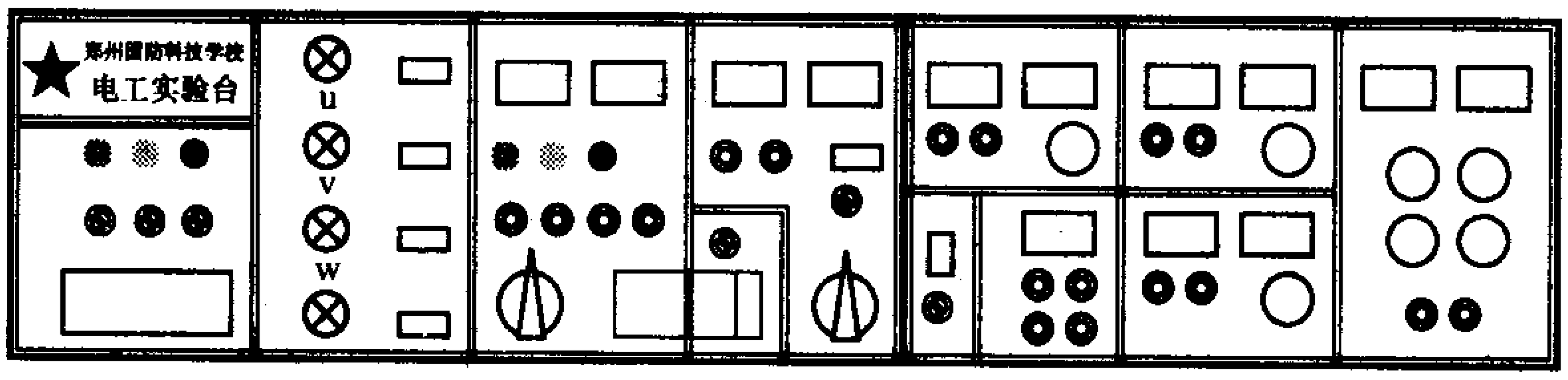


图2

用的也是天正集团的BK−150型控制变压器。各种规格的电压表和电流表选用的是8517系列产品。调压稳压电路选用的是LM317H、MC7812T、MC7805T、MC7815T、MC7915T等型号集成电路。函数发生器选用专用的集成电路ICL8038，它的工作频率范围宽，频率温度系数小，可进行高线性频率调整。运算放大器可选用LF412或AD712等通用型的高速运算放大器。并联调整稳压器VS1选用TL431，RP3和RP4选用线绕的多圈电位器，电流缓冲放大器选用对管2SC3419和2SA1356，其他元器件无特殊要求。

安装调试

面板效果见图2，是厚度为2mm的铝合金板，由厂家按设计规格来做，电工台木箱由木工按设计要求做。先把大器件安装到位，电源总开关的导轨和三相、单相插座的导轨都用木块固定，调压器也用木块固定。主干线路用1.5mm²单股铜线布线，分支线路用1mm²单股铜线布线。所有低压元器件都可以布置在一块PCB板上。按照电路图的要求安装连接好电路后，即可通电调试。调试主要针对各电源输出情况，各电压表、电流表指示情况，各指示灯显示情况，各开关、各电位器调节是否正常等。一般情况下，按照图纸的要求安装，成功率是比较高的。函数发生器电路的调整方法：(1)将RP3置于中间位置；(2)用示波器观察正弦波，调整RP1使波形最大限度接近正弦波；(3)确认占空比为50%；(4)把RP3调至最大，确认方波的最高输出频率在100kHz～150kHz之间。如果偏离太大，可调换定时电容CT；(5)把RP3调到最小，确认最低输出频率在20Hz～40Hz之间。(6)观察各函数输出波形、电压及频率值，经衰减后的电压值是否准确，若不准确再做相应调整。

函数发生器的输出电压表只能准确指示正弦波的电压值，方波和三角波的电压值都不正确，仅供参考。

一台G316T-2型微电脑时控开关，工作电压为220V/50Hz，额定电流25A，由人工进行分段时间设定，以控制储热电暖气的通电时间与断电时间，具有控制准确可靠、操作方便、使用寿命长等特点。ZK是ECO型0℃～300℃温度控制器，将其温度传感器Pt置入储热电暖气的储热砖中，调节转换开关ZK至设定温度值处，电源指示灯H点亮。而由R1、RP、C1、R2、VD及VS构成输出控制电路。利用相位控制改变晶闸管VS的导通角，可以实现无级调温。电阻R1，电位器RP、电容C1组成移相电路，R2为晶闸管VS触发的限流电阻。电流经R1、RP向C1充电，晶闸管VS的导通角由C1的充电时间常数决定，改变RP可改变C1的充电时间常数，即改变了VS的导通角，也就改变了负载储热电暖气电加热管RF上的端电压，从而改变了RF电流的大小。

图1中元器件RF为干烧型电加热管（220V/1500W），置入由轻质耐火保温砖制成的保温层中。储热电暖气外壳由1mm厚的不锈钢板制成，装配时，在保温砖外层与铁箱体间加一层岩棉保温层。双向晶闸管VS采用塑封25A/600V并安装铝质散热器。

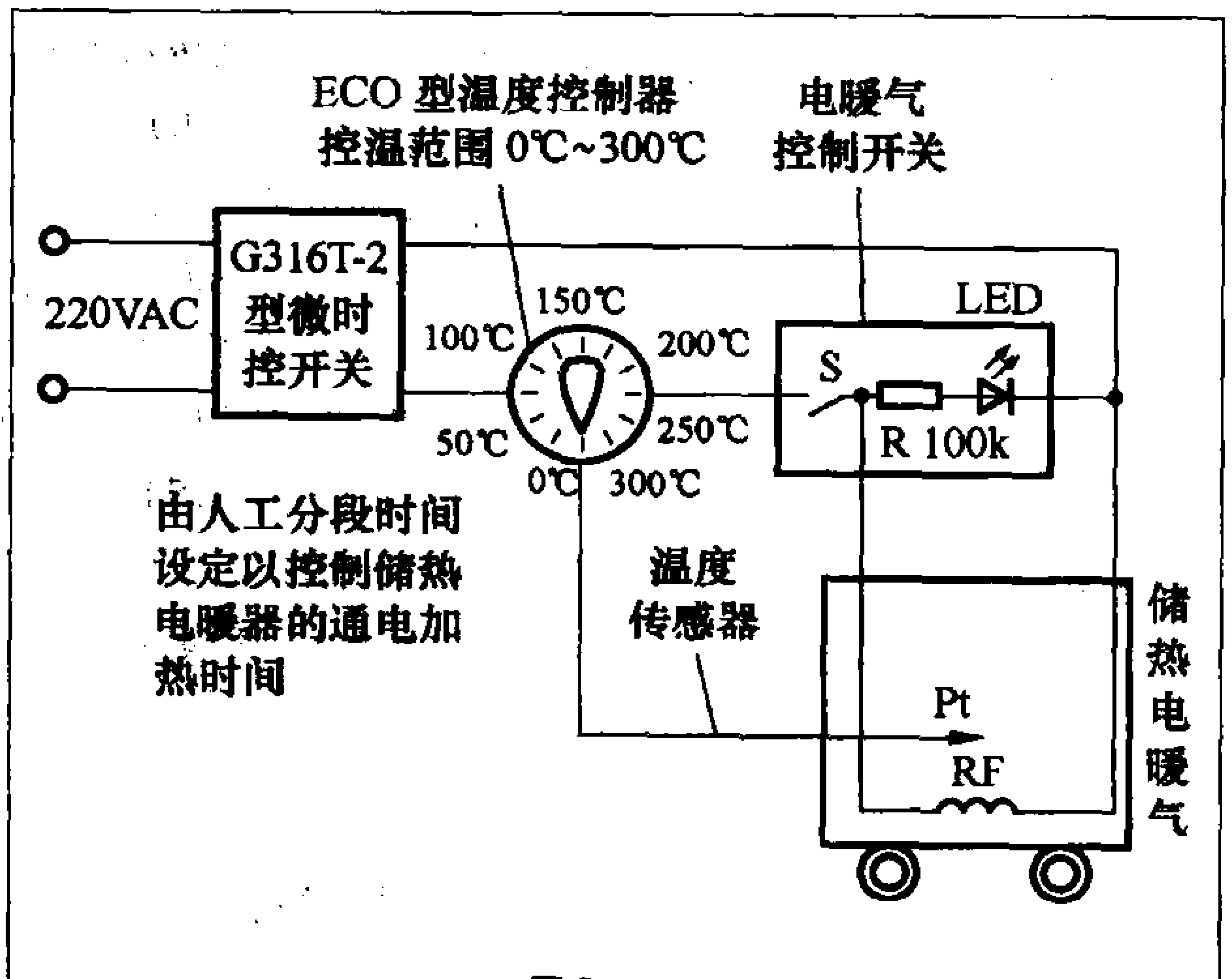


图2

本例是用1500W的储热电暖气，可供居室面积为14m²～16m²取暖，室温16℃～22℃任意可调，如果居室面积大，可选择2000W、2500W或3000W等功率的储热电暖气。

自制储热电暖气第二种方法如图2所示。第二种方法比第一种制作方法简单，使用电气元器件少，容易制作，使用效果基本相同。

工作原理：开启G316T-2型微电脑时控开关，由人工分级时间设定以控制储热电暖气RF的通电加热时间（如设定当日晚22时至第二日早6时为储热电暖气加热时间），顺时针旋转ECO温度控制器转盘至设定温度值（如80℃），闭合电暖气控制开关S，储热电暖气电加热管RF通电加热，同时信号指示灯LED点亮。储热电暖气内的轻质耐火保温砖开始储存热量并向外放热，当储热电暖气内保温砖的温度达到温控器的设定温度值时，传感器Pt测得的温度值转换成机械能，使温控器ECO的触点断开，电加热管RF断电停止加热，LED熄灭。在G316T-2型微电脑设定的工作时间内处于恒温工作状态，当储热电暖气内温度降低时，ECO温控器又接通，RF通电加热，LED点亮……。如此反复，使RF处于恒温状态。当电暖气的工作时间到达次日早6点时，G316T-2型微电脑时控开关输出断电，使电暖气停止工作，而储存的热量开始逐渐向外释放，供全天候取暖之用。

关于使用储热电暖气取暖的效果，《沈阳晚报》2004年10月12日曾作过详细报道，此文报道说："专家算了一笔账，如果采用蓄能式电暖气，一个采暖期内的采暖费若折合为室内面积计算，每平方米最多需12元。远低于传统供暖方式所需采暖费用，而采用直暖式电暖气，每平方米价格接近30元。"

储热式电暖气自制方法：

电热管RF可在电子市场买到380V/1500W的，将它降格使用到220V的电暖气上，形状有"U"型或"M"型，本文采用"M"型的。耐火砖采用轻质耐火保温砖，每块1.5kg，砖轻而软易刻槽尺寸为235mm×120mm×65mm。储热电暖气的机箱（外壳）是购买上海红心电器厂和上海正宝电器公司出品的220VA、1500W～2000W的电热器，外部尺寸为600mm×650mm×180mm，拆除机内电炉丝。

制作时，首先取4块耐火砖平铺成长方形，将"M"型电热管放在砖上，按电热管的形状刻好槽，放入电热管，再用另外4块重叠压上，用铁丝将8块砖固定住，电暖气机芯就算做好。再将机芯放入机箱中，首先在机箱底部放入两块耐火砖，将机芯放在上面，再在机芯上部放入两块砖，整个机箱内放入12块耐火砖，重量18kg。在机芯最上端的砖上，平钻一个φ4mm的圆孔，深240mm用来插测温探头。然后接好控制电路，一台储热电暖气就制作成功了。制作一台储热电暖气的材料费只需200元，而购买同容量的储热电暖气则需2000元。

自己制作储热电暖气安全用电十分重要，因为耐火砖是绝缘的，安装时将电热管的引线套上耐火耐热绝缘腊布套管，机箱接好地线。做好防火和防漏电，即可安全使用。

自制TOP-936A型焊台

文/张晓光

TOP-936A型焊台具有升温速度快、温度可调、烙铁小巧、头部尖细、特别适合焊接微小元器件、不易氧化、耐久性好、防静电等诸多优点，倍受电子工作者青睐，因此社会保有量很大。但它的价格偏高，按照本文介绍的方法自己制作一个TOP-936A型焊台不失是一个最佳的选择，一来锻炼了动手能力，二来为自己添加了一件实用、性能优异的焊接工具，何乐而不为。

电路原理图如图1所示。经变压器T变压后的AC24V电压经VD3、VD1半波整流、C4滤波后，在C4两端形成一个18V左右的直流工作电压。该电压正端加在运放IC1的8脚，负端经R1限流后加在IC1的4脚，供运放IC1作电源工作电压。同时正电压经R10、R1限流，VD5、VD4稳压；并在VD5、VD4的中点通向IC1的反向输入端2脚；CZ的5脚提供一个“基准”工作电压。又通过R10、R4、R5在CZ的4、5两脚间向热电偶提供一个工作电流回路，以便电烙铁温度变化时能通过电烙铁内的热电偶电动势的变化在IC1A的2、3脚间形成一个随温度变化而变化的电压差。在R10、R13与RP1、VD7、VD4、R1回路中，VD5与VD7形成的压差加在R13与RP1上，通过调节RP1的滑动触头的位置，即可改变IC1B反向输入端6脚的电压值，也即调节了电烙铁的设定温度，实测RP1上端的电压为15.3V；下端的电压是10.8V（以IC1的4脚为参考零电位，下同）。R6、RP2构成负反馈回路，用以调节运放IC1A的放大增益，从而调节电烙铁的温度跟踪性能。

CZ JIK5P中的4、5脚连接端子接TOP-936A电烙铁内的“铂”热电偶。从图中给定的元器件参数可以算出，流过CZ的4、5两端的电流约为0.17mA，在其两端形成的电压差为9.35mV~27.3mV（视电烙铁温度不同而异，温度低，电压差小；反之，压差大），经IC1A线性、比例放大后从IC1A的1脚输出，经R7加至IC1B的同向输入端5脚，IC1B在这里作电压比较器。经与IC1B的反向输入端6脚的电压比较后输出相应的“高、低”控制电压，去控制VT的截止、导通；从而控制了双向晶闸管VS的开关与否，也就是控制了电烙铁的加热与否。调节RP1的阻值大小，就改变了IC1B的6脚电压设定值，也即改变了设定烙铁的加热温度。

IC1B、R15、VD6、VT、R16、R17、VD1构成了双向晶闸管VS的驱动触发电路。当电烙铁的温度低于设定温度时，由R4、R5加在IC1A同向输入端3脚的电压与其反向输入端2脚的电压的差值最小（烙铁内铂－铑电极电位正向接入电路中，温度升高，电极电位差增大；反之电极电位差是减小的）经IC1A放大后输出的电压也相对最低，此电压加在IC1B的同向输入端5脚上，由于此时该电压低于IC1B反向输入端6脚的设定电压，所以IC1B的7脚输出低电位，VT导通；双向晶闸管VS被触发导通，电烙铁被加热，LED一同被点亮，指示电烙铁工作于加热状态，随着加热时间的延长，电烙铁温度的升高，内置热电偶电极电位同时线性的增大。这样IC1A的2、3脚的压差也同时增大；导致1脚输出的电压也成比例的增大；IC1B的5脚电压增高，当5脚的电压高于6脚设定的电压时IC1B翻转，输出高电平，VT截止，晶闸管VS过零关断，电烙铁停止加热，LED熄灭。随着停止加热时间的延长，电烙铁温度的再次降低，电烙铁内的热电势同时降低，当低至设定温度时，电路状态再次改变，电烙铁又被加热，此后，重复上述过程，直至关断电烙铁开关为止。

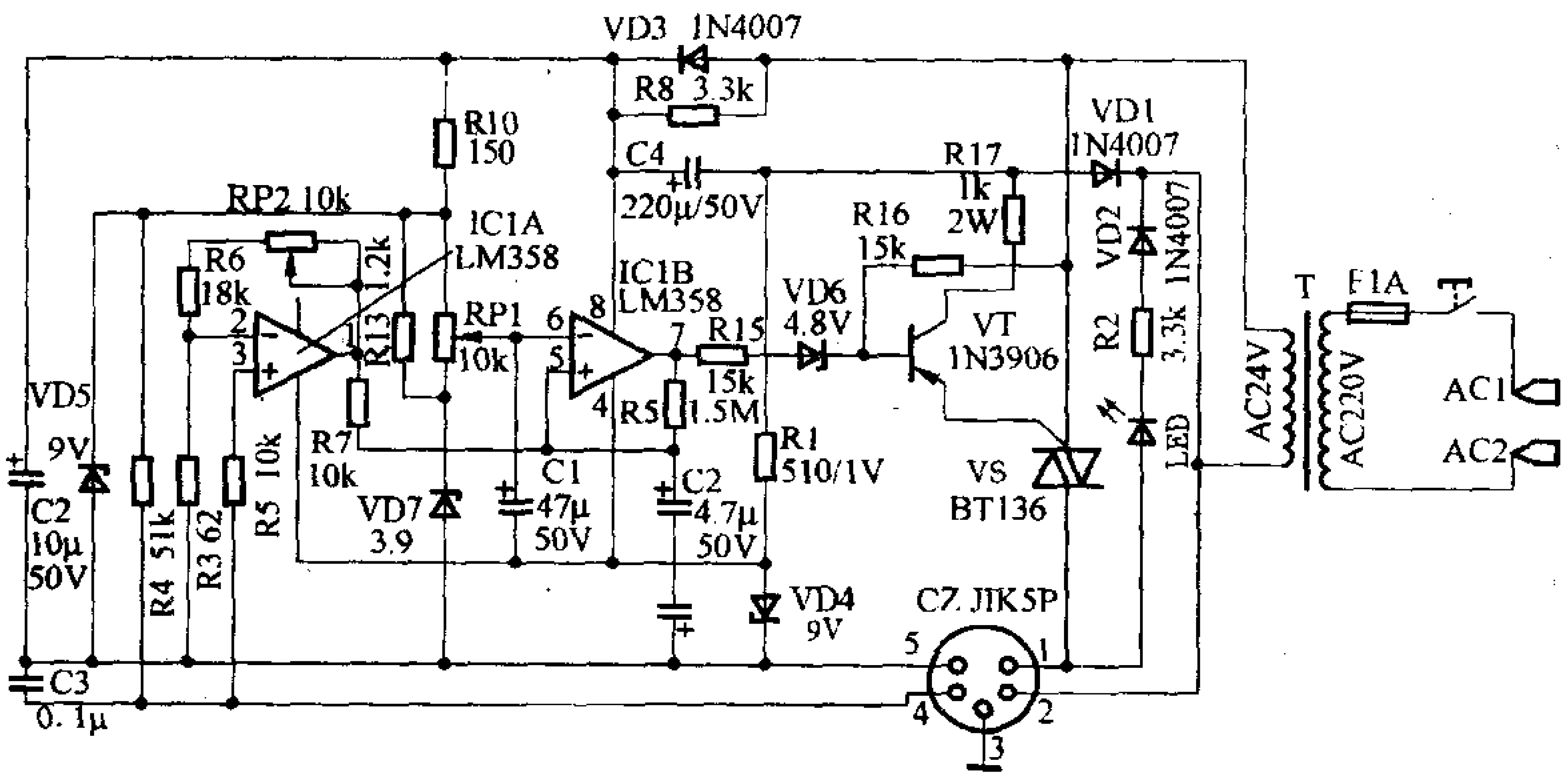


图1

实测烙铁温度与内置热电偶内阻的数据

温度℃	200	250	300	325	350	400	450	480
电阻Ω	52.9	67.3	89.5	100	112	134	149.4	154.9

适合聋人用的多用途无线遥控门铃

文 / 李万乐

若聋人独自一人在家时遇到客人来访或家人外出归来，由于无法听到敲门声，往往不能及时去开门。本文介绍一种适合聋人用的袖珍多用途无线遥控门铃，其电路简单，成本低廉，体积小巧。当客人来访时，只要按一下安装在门上的发射器（门铃按钮），别在聋人腰间的微功耗无线接收器便会发出振动信号，告诉他门外有人，快去开门。另外，该遥控门铃还可用于遥控电动玩具或作聋哑人无线呼叫器，呼唤聋哑人准时起床或用餐，十分方便。

工作原理

该遥控门铃由发射器和接收器组成。

图1为发射器的电路原理。CMOS六非门IC1内的三个非门IC1a～IC1c及石英晶体BC1等组成32768Hz的石英晶体振荡器，输出的振荡信号对由

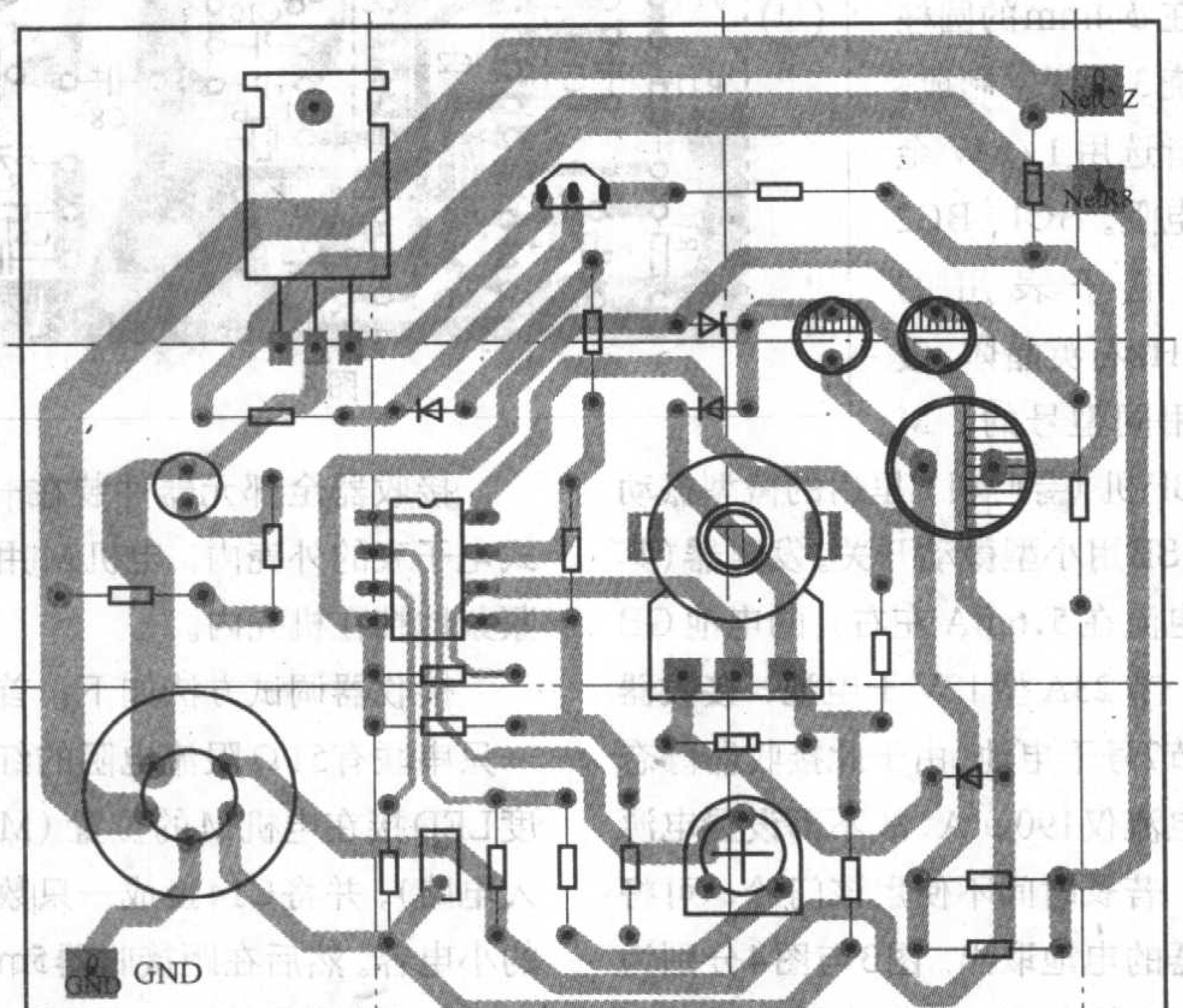


图2

元器件的选择与制作：在电子市场花30元～35元买一把TOP−936A型电烙铁头、体，同时需要购买一个与之配套的GX−16 JIK5P型“航空插座”，以便该自制的焊台能与市售TOP−936A型焊台相通用。电源变压器可用铁芯截面积为22mm × 28mm，初级用ϕ0.27mm漆包线绕1600匝，用绝缘纸做三层绝缘后再用ϕ0.80mm漆包线绕175匝作为次级绕组。也可用功率大于30W的24V/220V成品电源变压器充当。电位器选用WH12113X型（或WH0171−1X型）绝缘轴旋转式单连电位器。RP2可调电阻的型号是WH06型，VT(2N3906)可用S8550代替，VS(BT136)可用电流大于6A/600V其他型号的双向晶闸管代用，同时要加装一块1.5mm × 25mm × 40mm的铝制散热片。其余元器件无特殊要求。印制电路板图如图2所示。

调试使用：将电路焊接好检查无误后，先不插接电烙铁通电，用万用表测IC1的8、4脚间的电压应在18V左右，表明IC1的供电电压正常。将调温旋钮RP1逆时针旋转到底，然后用镊子将CZ的4、5两脚短接，此时，LED指示灯应能点亮，表明焊台电路板工作正常。再将电烙铁插进CZ插座内，此时LED指示灯应能点亮，稍等片刻，电烙铁应有升温迹象，随后LED指示灯应能随着时间的延续间歇地闪烁。调节温度设定电位器RP1，电烙铁的温度应能发生高、低变化。若电烙铁头都烧红了，LED依然点亮，要迅速切断电源。这是由于电烙铁内的热电偶极性接反了造成的，需将电烙铁柄扭开，调换热电偶的两条引线焊点位置即可解决。制作中发现，市售的TOP−936A型焊台热电偶极性接法因厂家不同而异，因热电偶是由“铂−铑”两种金属材料制成的，“铂、铑”各自的“电极电位”是不相同的，当将热电偶串入由R4→CZ的4脚→热电偶→CZ的5脚→R3→IC1A的2脚回路内时，对IC1A的2、3脚电压影响即不相同，一是增大了IC1A的2、3脚间电压；二是减小了IC1A的2、3脚间的电压，这里需要用到的是前者。

温度刻度盘的划分，TOP−936A型焊台温度设定的调节范围是200℃～480℃，可通过调节电位器RP1来设定。RP1为“X”型线性电位器，左旋到底为200℃，右旋到底为480℃，中间部分按线性角位移量均匀刻定即可。RP2是用来调校温差的。使用时，将温度旋钮调在360℃左右即可。

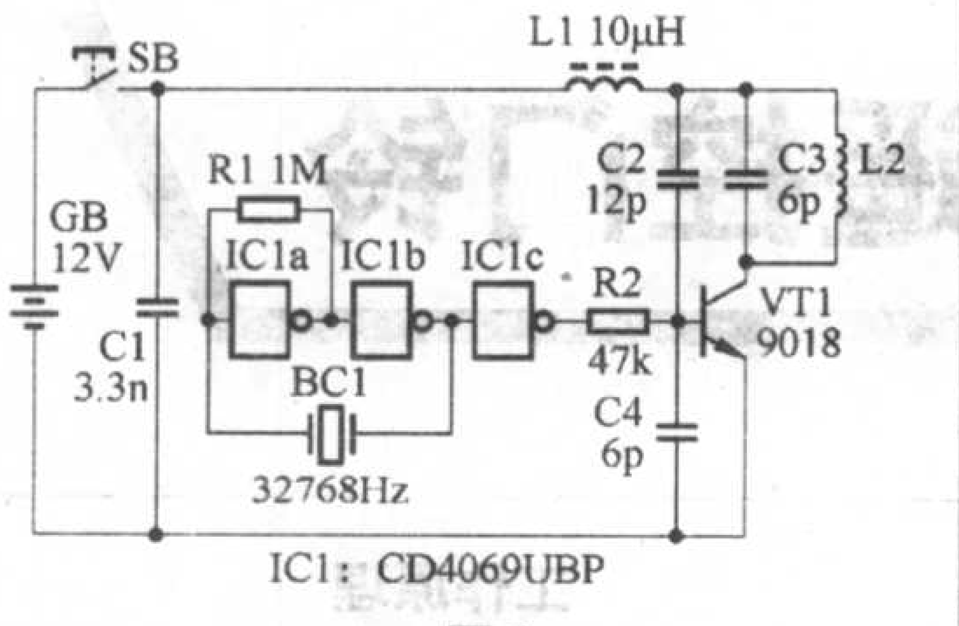


图 1

VT1 等组成的载频振荡器进行调制，并经印制在电路板上的印制线圈L2向外辐射。载频振荡频率在220MHz～250MHz，与C3容量及L2的尺寸有关。

图 2 为接收器的电路原理图。由VT2等组成的超再生接收电路从遥控信号中解调出32768Hz的低频信号，送入IC2a～IC2c进行线性放大，再经石英晶体BC2选频后送到VT3基极。平时，VT3集电极电位在0.5V～0.7V之间，接近饱和状态，IC2e输出为低电平，故VT4截止，微型振动电机M不工作。当接收器接收到遥控信号时，VT3基极有信号输入，此信号的负半周使VT3集电极电位升高进入线性放大状态，其集电极输出的信号经IC2d、IC2e放大及整形后通过VD向C14迅速充电，使IC2f输出变为低电平，VT4导通，M得电工作，产生振动信号。约20s（此时间由R10和C14决定）后，IC2f输入又变为低电平，其输出变为高电平，使VT4重新截止，M停止工作。

元器件的选择

IC1、IC2可选用CD4069UBP或MC14069UBP等CMOS六非门。VT1、VT2用9018，要求β在90～95。VT3用9014，要求β在340左右。VT4用8550，要求β≥250。C2～C5皆采用顶部色标为黑色（其温度系数为零）的高频瓷片电容，C7用超小型瓷片微调电容。L1和L4可采用色码电感，L2印制在敷铜板上，其尺寸见图3，L3用φ0.8mm漆包线在φ4mm的圆柱体上绕3匝脱胎制成。电阻皆选用1/8W金属膜电阻。BC1、BC2选用电子表用的32768Hz石英晶体，最好采用同型号的。M采用BP机（寻呼机）里用的微型振动电机。SB用小型微动开关。发射器（其工作电流在5.6mA左右）的电池GB可用一节23A型12V干电池，接收器用两节7号干电池。由于此接收器静态工作电流仅190μA，故不需设置电源开关，若长时间不使用该门铃，可将接收器的电池取出。图3与图4分别为发射器和接收器的印制电路板图。

制作与调试

制作时，发射器全部元器件可装在一袖珍收音机的机壳内，开关SB固定在机壳的合适位置。只要焊接无误，一般不需调试即可工作。

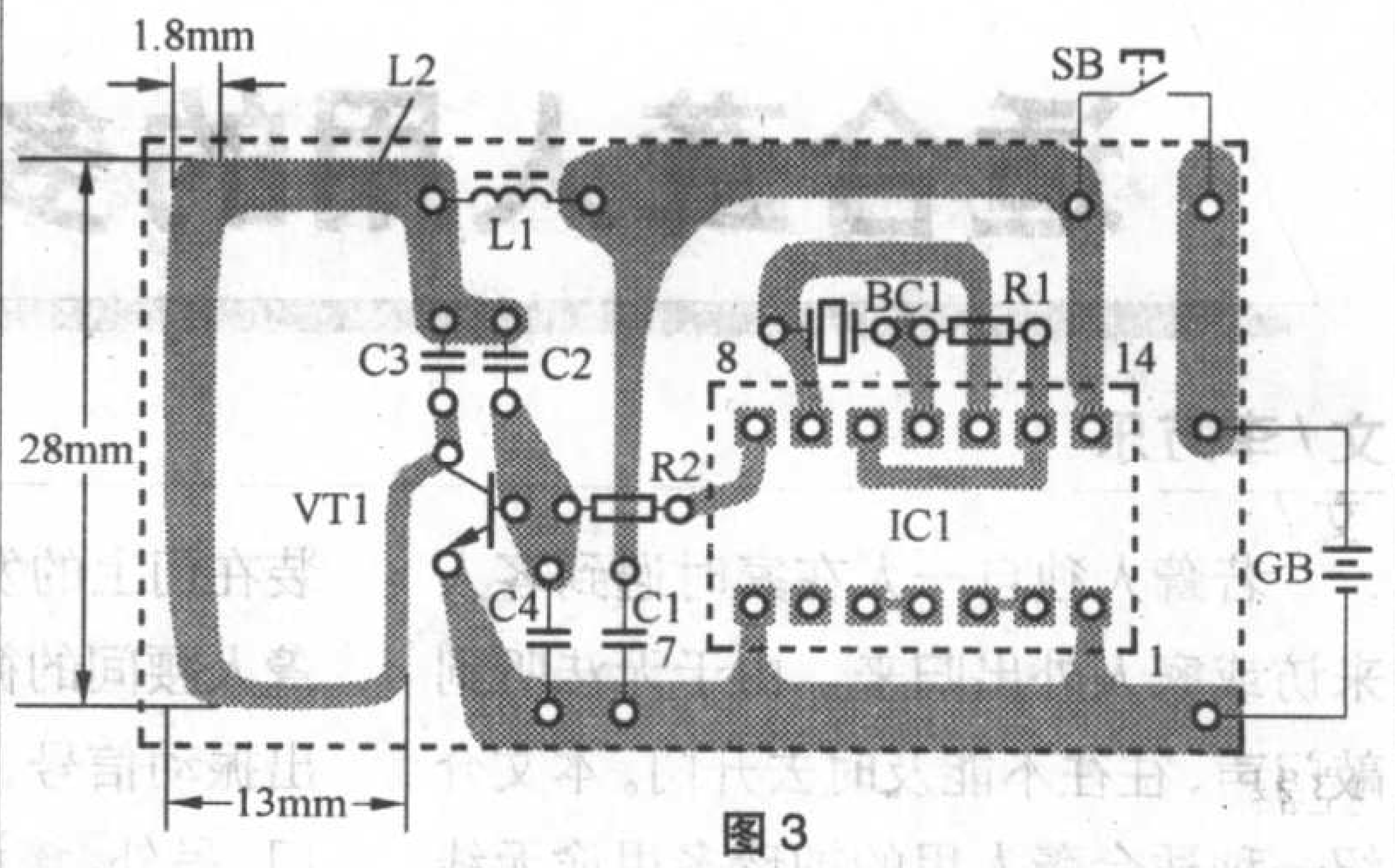


图 3

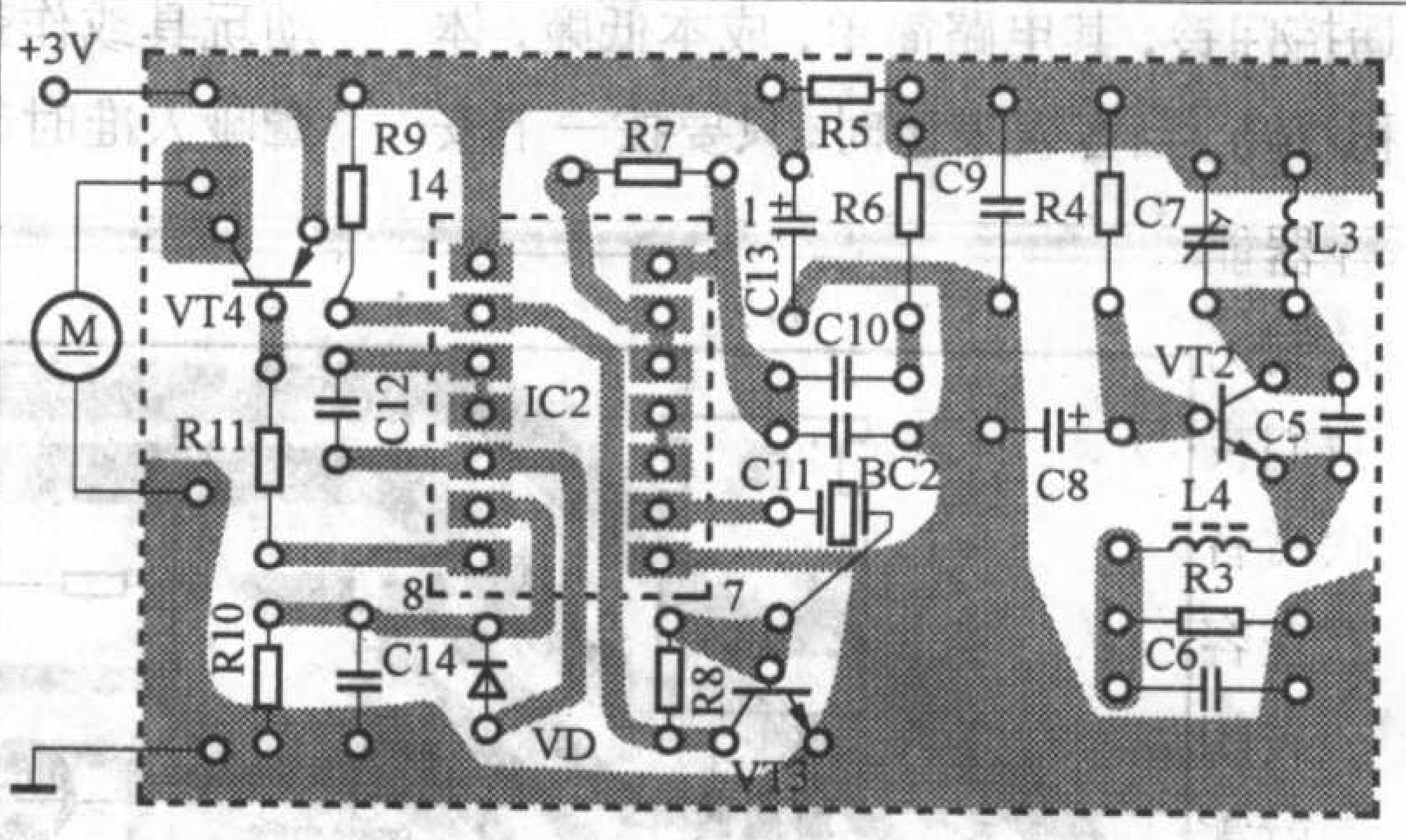


图 4

接收器全部元器件装在一BP机式电子表的外壳内，电机M用万能胶紧紧地粘在机壳内。

接收器调试方法如下：首先，将一只串联有51Ω限流电阻的红色高亮度LED接在电机M的位置（M暂不接入电路），并将C14换成一只数十纳法的小电容。然后在距接收器5m远的地方按下发射器开关SB，仔细调整C7容量，使LED点亮，接着再将此距离增大至15m，此时LED仍应能点亮，否则就要重调C7容量。调试时，若LED一直不能点亮，可略微压缩或拉长L3的长度，然后再调C7容量。若电路抗干扰能力差，无遥控信号时LED仍点亮，可用电压表测量一下VT3集电极电压，看是否在0.5V～0.7V之间，若高于此值，可增大R9阻值，使之符合要求。另外适当增大C12容量，亦可提高抗干扰能力。

调试完毕，将M接入电路，C14恢复原值即可使用。该遥控门铃最大遥控距离可达25m以上。

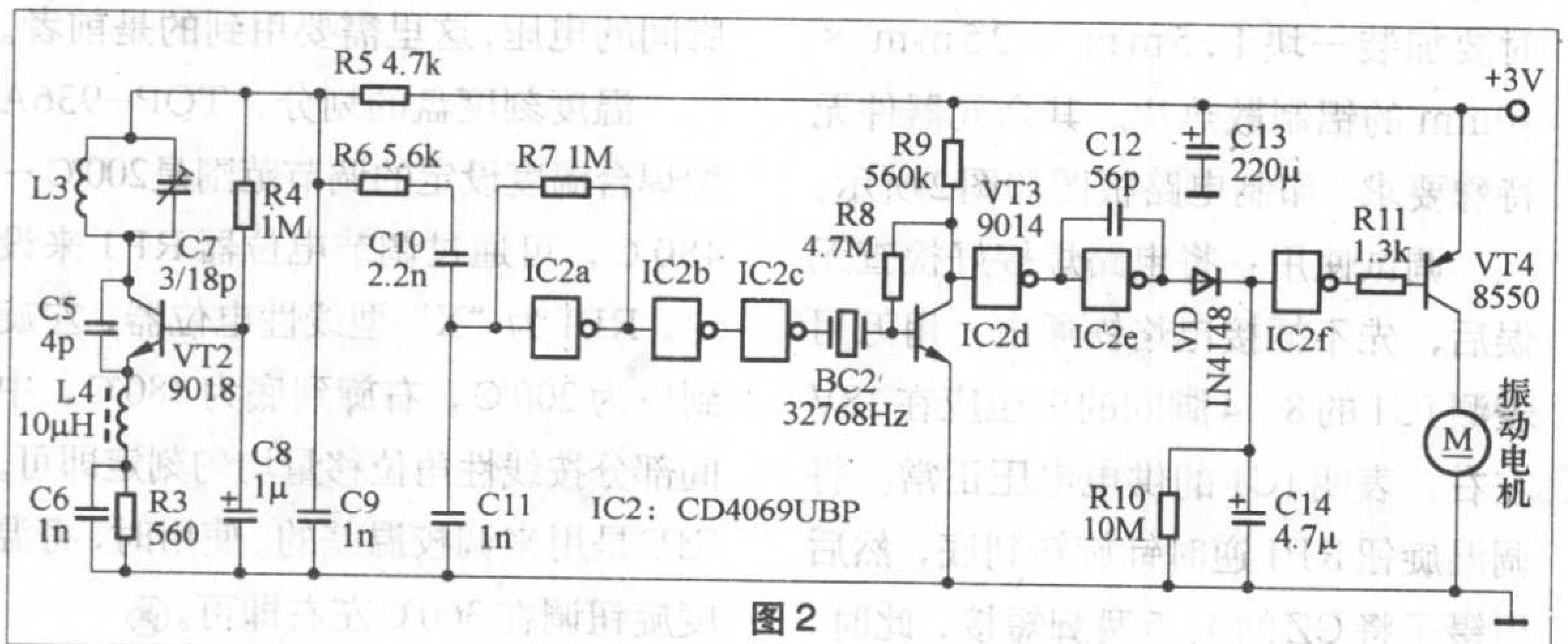


图 2

红外线遥控无线延伸器的原理与制作

文/唐奂知

现代家用电器大多采用红外线遥控器，由于它采用红外线传输控制信息，所以只能对近距离（视距）范围内的控制对象起作用，具有很强的抗干扰能力。但是，我们有时又希望遥控器能够穿墙越屋，在一个房间用它控制另外一个房间的电器设备，比如，我们夜间休息之前，可能有躺在床上欣赏音乐的习惯，一般的音响设备都放在客厅里，调节音量、选择曲目、甚至关闭音响就无法遥控了，此时，我们就需要将普通红外线遥控器的遥控方式改变一下。尽管已经有爱好者制作了采用有线方式的红外线遥控转发器，但这种有线转发器对于已经装修的家庭，安装十分麻烦。为此，本文介绍一种通过无线电波转发红外线遥控信号的“红外线遥控无线延伸器”的原理与制作，可以满足不适合重新布线的家庭使用，还可以应用于一些学校、厂矿、企业等集中控制电器设备使用。

电路原理

红外线遥控信号无线延伸器由“接收器”和“发射器”两部分组成，这里所说的接收和发射，是相对于无线电波而言的。延伸器的整个工作过程可以概括为如下几个环节：普通遥控板发出红外线信号→“发射器”接收红外线信号→“发射器”将红外线信号转换为无线电波发射出去→“接收器”接收无线电波→“接收器”还原出38kHz的红外线调制信号→“接收器”发射红外线信号→家用电器接收红外线信号。

1. 红外线接收→无线发射

“发射器”的作用是接收普通红外线遥控器发出的38kHz红外线遥控信号，解调为二进制的控制码，再将控制代码调制到高频无线电波上，最后将已调高频信号发射到空中向周围传播。由于采用了无线电波的传播形式，所以可以穿墙越屋。

图1是发射器的电路原理图，变压器T1、二极管VD1～VD4、电容C1～C5、三端稳压集成电路IC1等组成了+5V的直流稳压电路，为发射器提供工作所必须的电源。一体化红外线接收头IC2用于接收红外线遥控器发出的38kHz的以调制红外线控制信号，并将其解码，恢复出控制脉冲，然后送入驱动三极管VT1，VT1将信号放大整形后从集电极输出，送入315MHz的无线发射模块，对315MHz的高频信号进行调制，最后将控制信号以无线电波的形式向周围空间传播。

2. 无线接收→红外线发射

“接收器”的作用是接收“发射器”发出的无线电波，并对无线电波进行解调，恢复出红外线遥控器发出的控制指令，这种指令是二进制形式的，最终要控制普通红外线遥控的家用电器，还必须将这种二进制的控制指令再调制到38kHz的红外线载波上面，将其还原为红外线遥控信号。

图2是接收器的电路原理图，变压器T2、二极管VD1～VD4、电容C1～C5、三端稳压集成电路IC1等组成了+5V的直流稳压电路，为接收器提供工作所必须的电源。315MHz的无线接收模块接收到图1所示“发射器”发出的无线电波，从无线电波中解调出遥控器的控制信号，现在还必须将其调制到38kHz的红外线信号上，才能被原来的红外线遥控系统识别。IC2（时基电路NE555）及其外围元件R2、

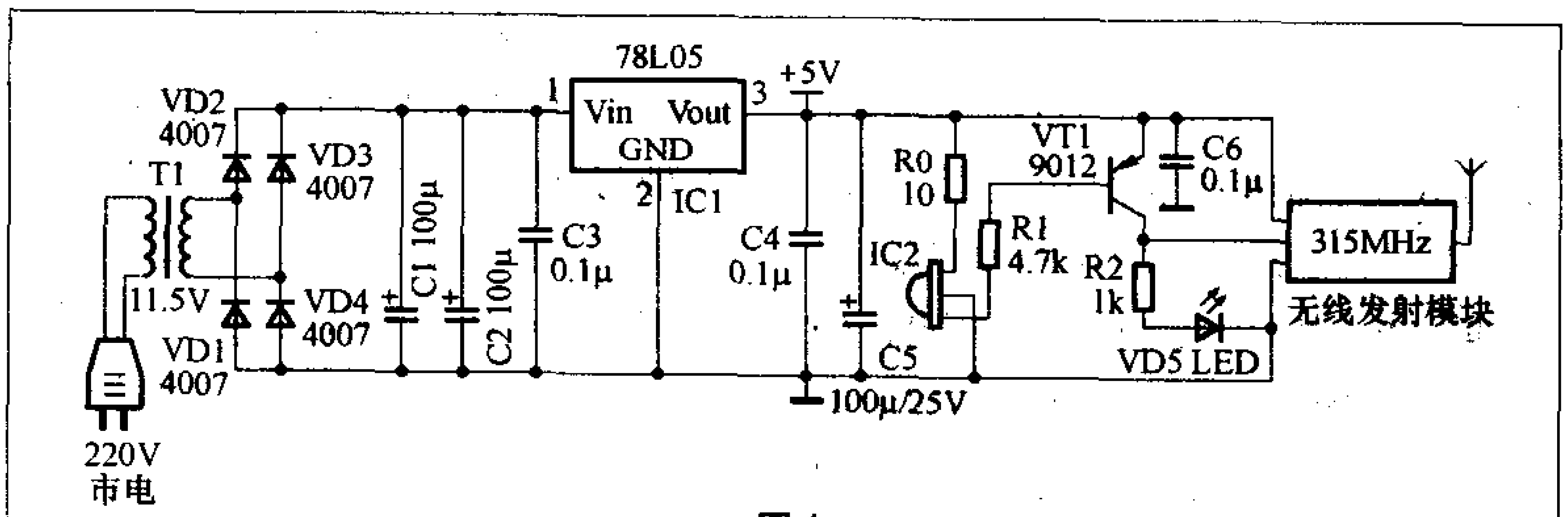


图1

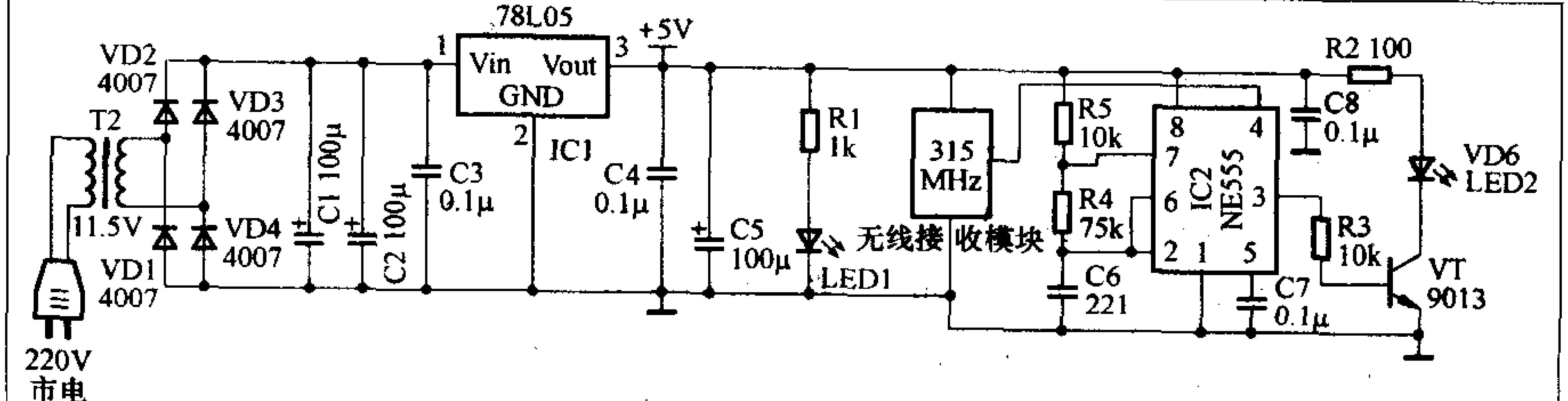


图2

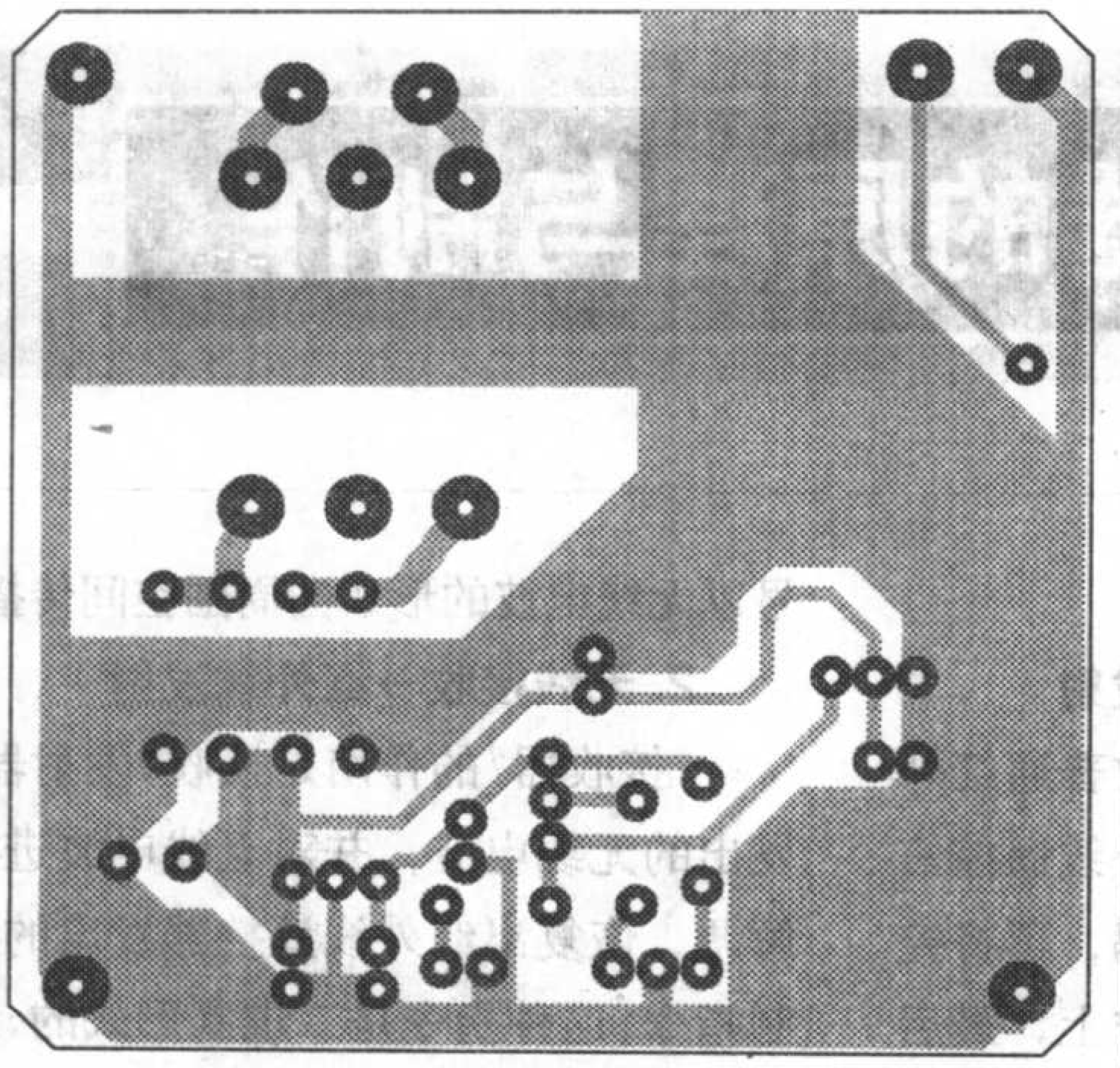


图3

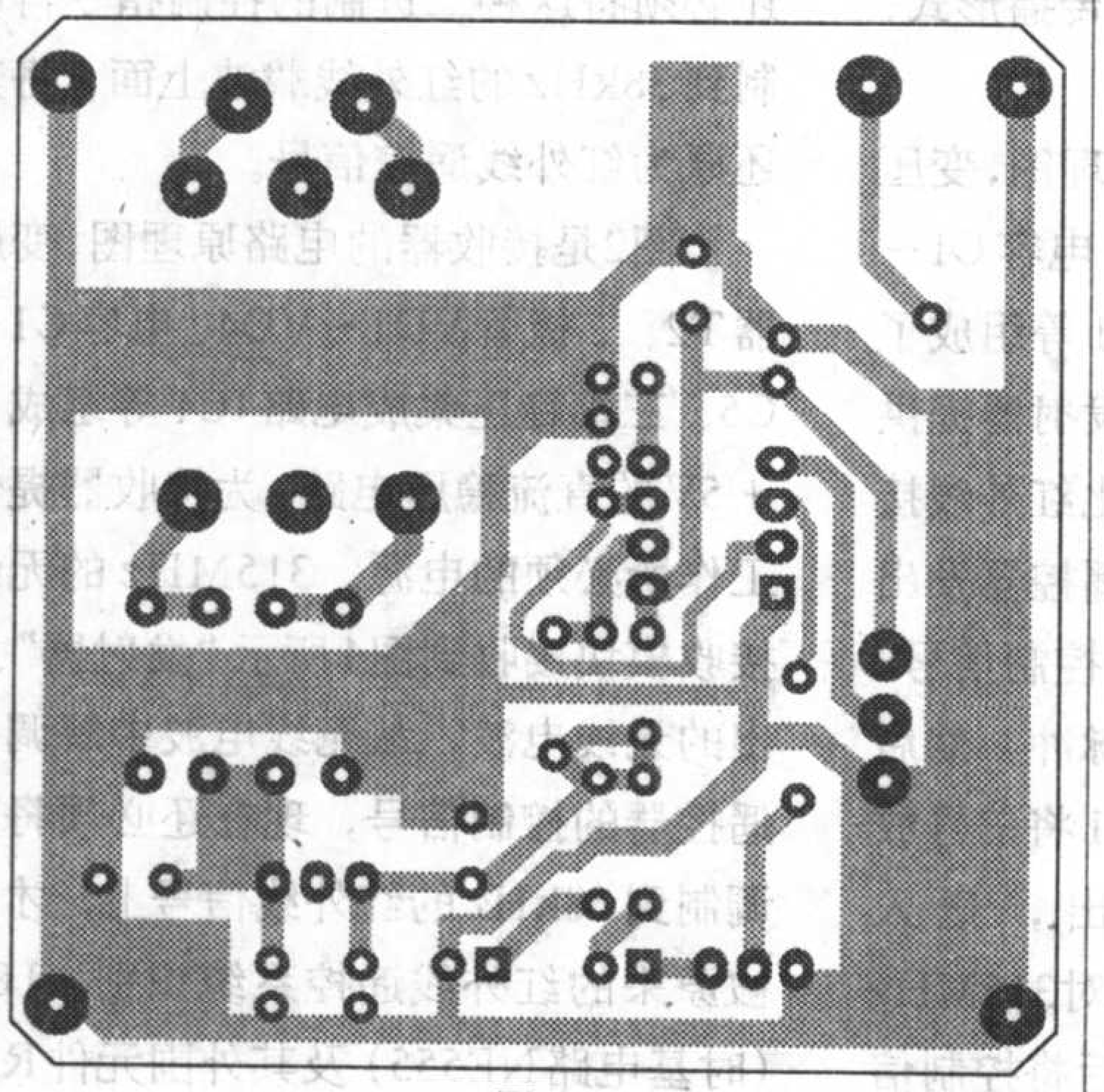


图4

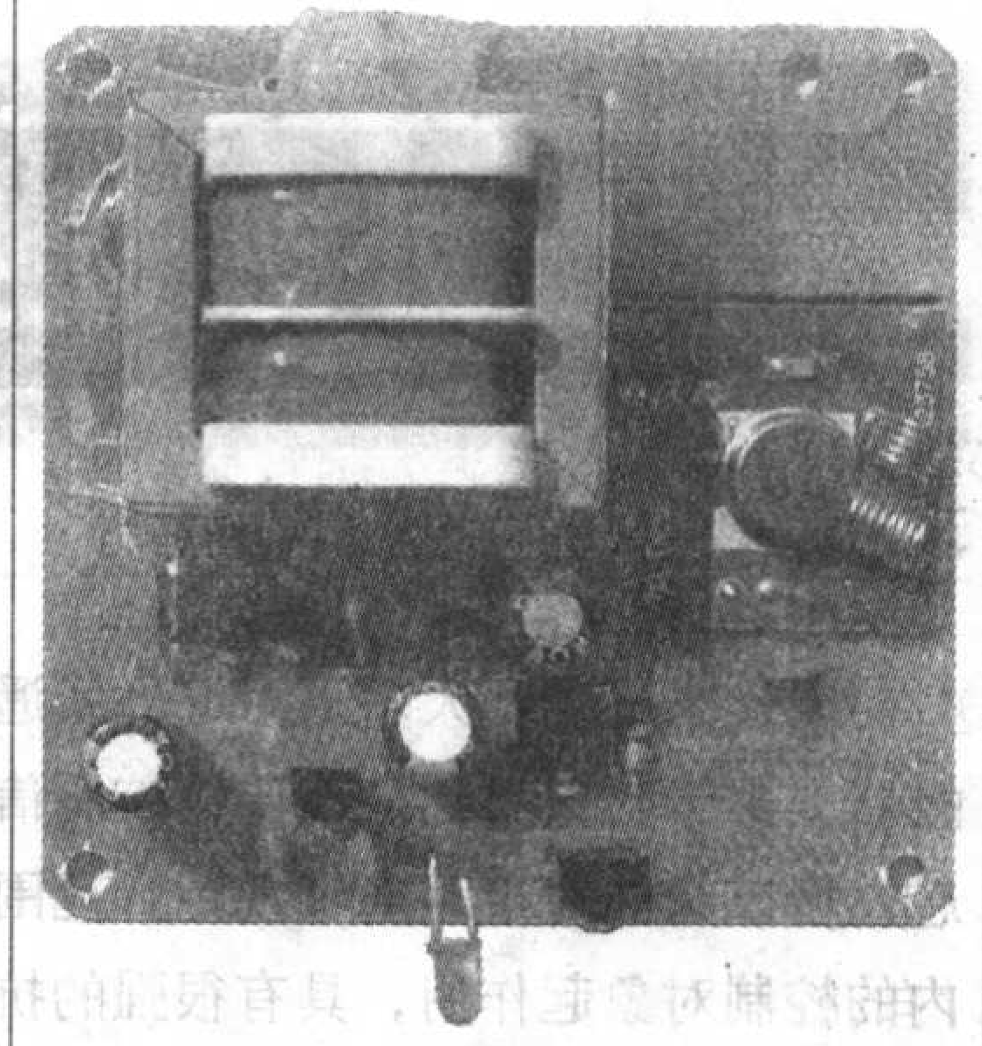


图5

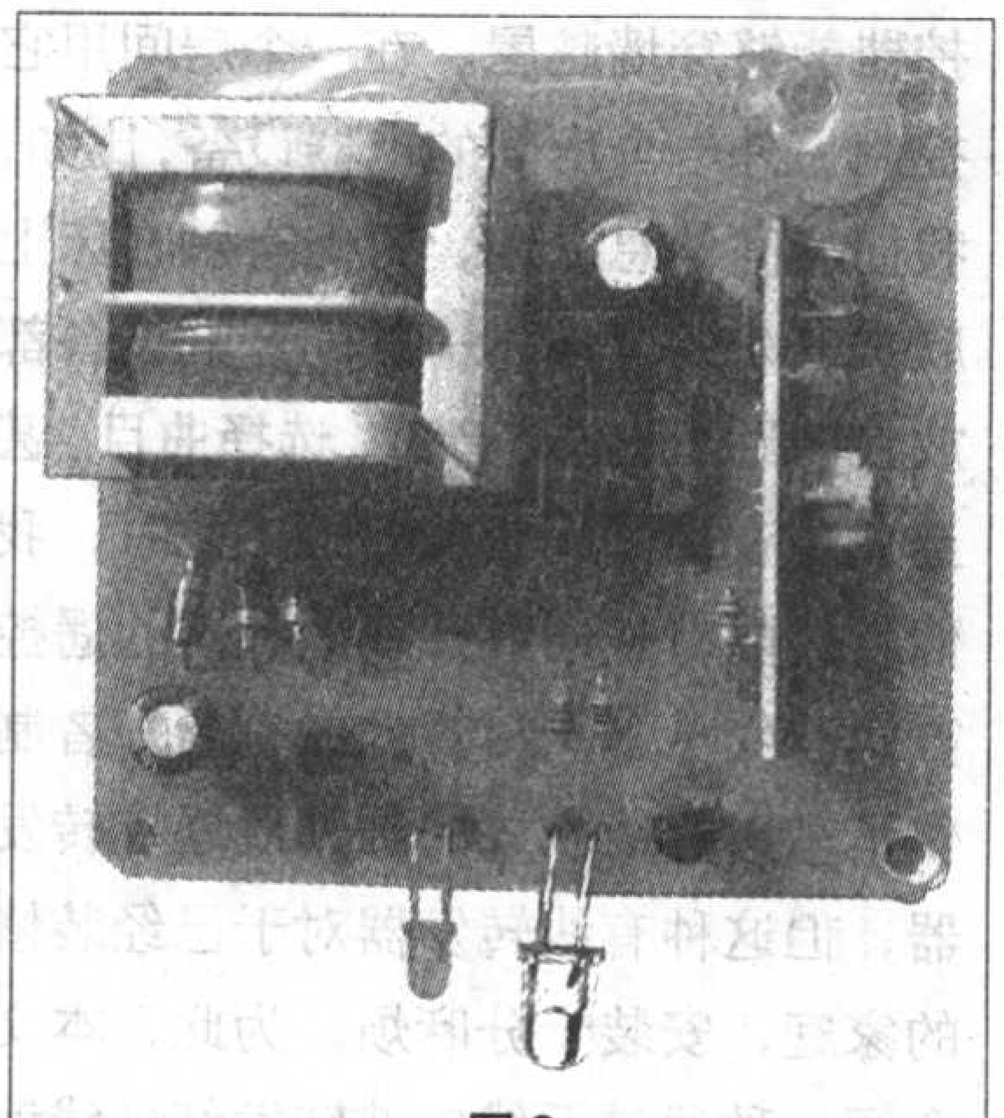


图6

R3、C6、C7等组成38kHz振荡器，无线接收模块输出的信号送入IC2的4脚，用于调制38kHz的红外线载波，已经调制的信号从IC2的3脚输出，经R4送入三极管VT，驱动红外线发射二极管VD6发出红外线遥控信号，用于控制电视机、DVD等电器。

实际制作

1. 电路板制作

图3是“发射器”的印制板电路图，图4是“接收器”的印制板电路图，为了便于读者在业余条件下采用热转印方法制作，笔者提供的印制板电路图同样是可以直接打印的印制板电路图，是从顶层往下看到的效果，与实际看到的印制板左右相反。

2. 元器件选择

本制作的大多数元器件都属于普通元器件，您可以参考《无线电》过去的文章选择一体化红外线接收头、三端集成稳压器等常用元器件。笔者这里采用的是一种小型的一体化红外线接收头，型号为SM338；无线电发射模块采用的是100m的小功率模块，这样可以减小对周围其他无线电设备的干扰，也可以降低功耗，如果需要延伸更远的距离，可以采用大功率的发射模块，最远可以转发2km。无线电接收模块采用的是超再生模块，可以节约制作成本。变压器采用的是220:11.5的小型变压器，变压器自带引脚，可以直接固定在电路板上。一些读者对本文需要使用的无线发射模块和无线接收模块可能还不太熟悉，请参考笔者发表在《无线电》2006年第6期第52页的《PT2262万能遥控器的原理与制作》一文，该文对315MHz无线接收／发射模块做了比较详细的介绍，您也可以访问http://www.FLDZ.com/了解更多关于该模块的知识。

3. 制作参考

本制作只要元器件选择正确、焊接没有错误，无须调试即可成功。图5是笔者制作的发射器成品照片，图6是笔者制作的接收器成品照片，供读者制作时参考。

使用方法

使用时，将“接收器”放在要控制的家用电器前面，比如，我们要转发DVD的红外线遥控信号，应当将接收器放在DVD的前面，并且将接收器上面的红外线发射管对准DVD的红外线接收窗口。简单说，你现在把“接收器”当作原来的DVD遥控器来使用，摆放在适当的位置。然后将“接收器”接通220V的交流电源。

“发射器”应当放在另外一间房间，比如，寝室，将“发射器”上面的一体化红外线接收头对准你的床头，再接通220V交流电源，这样，你就可以睡在寝室的床上，用原来的电视机遥控板控制客厅的DVD了，调节DVD播放音乐的音量大小、选择播放曲目、关闭、开启DVD等操作都可以随心所欲。

带微音监测的住户号码传送报警器

文/刘永华 刘一卉

带有微音监测功能的住户号码传送报警器适用于住宅小区、单位仓库和集中管理的商品城等场所，它具有以下特点：(1) 被监测分机出现异常时自动向值班室主机报警，值班室主机响起警报铃声，显示该分机的编号并监听报警点的环境音响。(2) 值班室主机与各监测点的分机二总线无极性并联且集中馈电，布线简单方便，各分机不需自备电源。(3) 分机可编三位数000～999共1000个号码。(4) 采用DMFT双音频传送信号，抗干扰，传送距离可达5km以上。(5) 有常开和常闭两种报警启动形式，适合配接各种类型的报警探头。

HD9102电话发码集成电路的引脚功能见图1：其1～4脚为行输出脚，15～18脚为列输出脚，行列交接点为按发的DTMF双音频信号，如1脚R1与15脚C1接触发“1”，4脚R4与17脚C3接触发“#”等。利用模拟开关按编好的顺序依次接通相应的行列脚，可发出固定的报警组合号码，例如要发的号码为“830”，只须依次接通R3/C2、R1/C3和R4/C2即可。HT9102的11脚接电源负极，10脚接电源正极，8和9脚接3.58MHz谐振器，12脚输出DTMF双音频信号。5脚HKS是启动脚，摘机状态该脚为低电平，拨号电路被启动，可进行拨号操作，挂机状态该脚为高电平，拨号电路禁止键盘输入，自动拨发号码时要合理运用该脚进行控制。

HT-988F报警分机的整机工作原理见图2：外线由L1和L2接入，极性校正二极管VD13～VD16桥式接法，实现与外线的无极性连接。VT1恒流源和稳压管VD3为本机的逻辑和发码电路供电。四或非门IC2(CD4001)的D组和C组组成可控振荡器，振荡频率由电阻R4和电容C2决定。IC2的13脚为低电平时振荡器起振，输出脉冲信号至十进制计数器IC3(CD4017)的CP端，IC3的输出端Y2、Y4、Y6、Y8依次输出高电平控制信号，IC4(CD4066)的四组模拟开关受控依次接通，IC1电话发码集成电路的12脚依次发出设定的双音频信号，向值班室主机报送本机的地址编码。双音频信号由R34和C7输入VT3基极，经VT3、VT4放大后输出到外线上。IC1的5脚HKS静态时通过R1接正电源，IC1处于等待状态，耗电很少；当IC2-D、IC2-C振荡器起振时，其13脚的低电平使二极管VD6导通，IC1的5脚变为低电平，IC1进入发码状态。当发完第四组号码时计数器IC3的Y9变为高电平，该高电平反送至IC2-D控制端使振荡器停振，且计数器IC3的13脚EN并联在Y9上，控制IC3计数器停止计数。Y9维持高电平并通过二极管VD12使微音发送器的电源控制组合管VT5、VT6导通，向线路发送本机检测到的环境音响信号。Y9的高电平通过电阻R5为计时电容C3充电，一段时间后C3上的充电电压高于计数器IC3的15脚Cr的复位电压时，R2使计数器IC3复位，Y9复零，微音传送停止。选择R5、C3值可选定监听时间的长短。C1为开机复位电容，在分机刚接入线路时给计数器IC3复位端Cr一个高电平，使IC3置零。

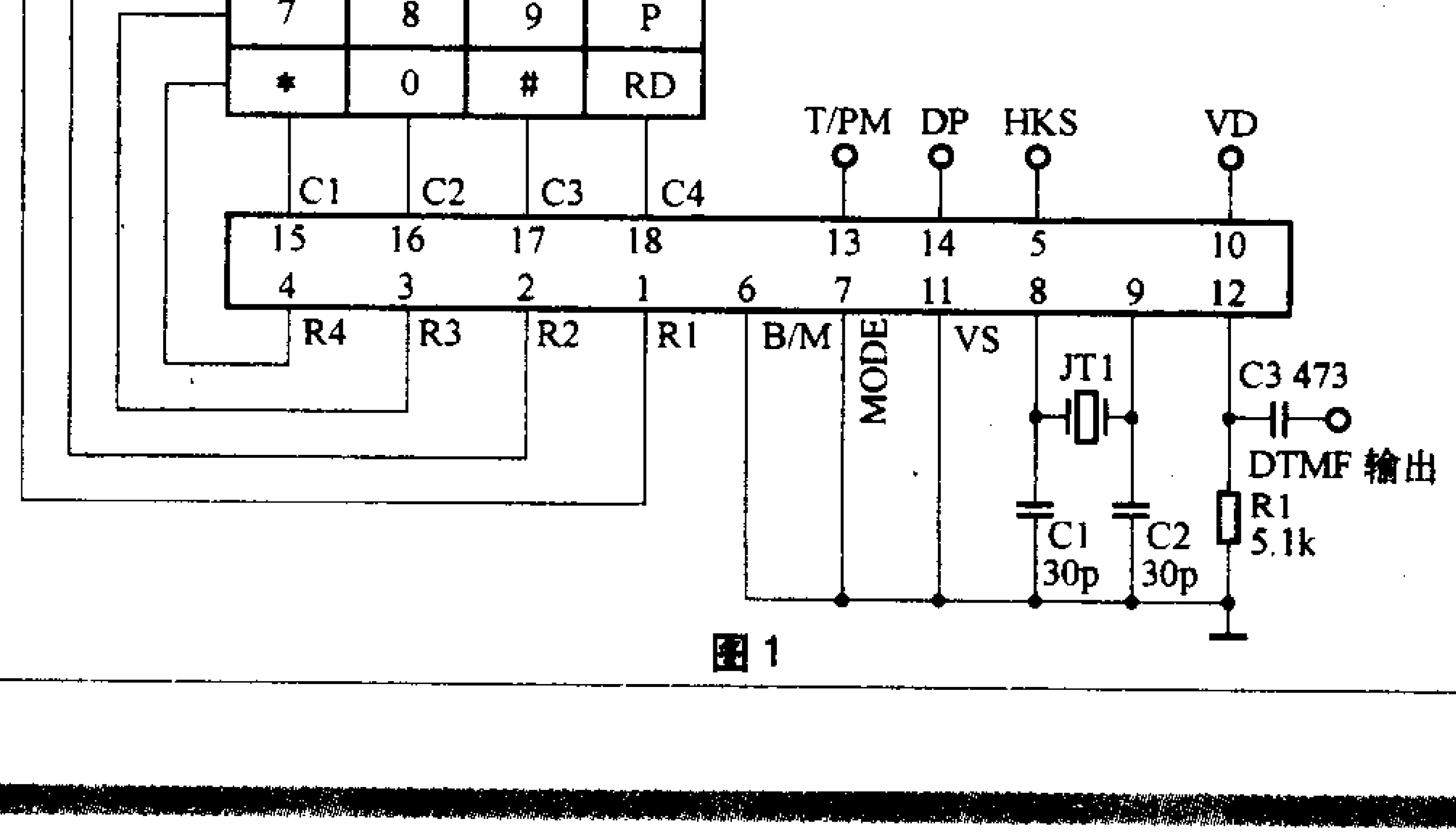


图1

微音监听电路：话筒BM由R7直流偏置，BM拾取到的环境音响由R3、C8耦合至前置放大管VT2，调节串联在VT2射极上的电阻R8可改变话筒放大器的灵敏度。VD8控制VT2在振荡器IC2-D、IC2-C的13脚为低电平时截止，避免在IC1外发双音频信号时受到环境音响信号的干扰。第二级音频放大器VT3、VT4射随接法以提高输出能力，利于多台分机并联使用。

报警控制电路：为配接各种类型的报警探头，本机设计了接触式报警和断开式报警两种输入形式：接触式报警开关S01和断开式报警开关S02分别接在双与非门IC5-A(CD4011)的输入脚2和反相器应用的IC5-D的输入脚12、13脚的上偏置和下偏置端。按

报警启动开关S03，NPN晶体管VT7和PNP晶体管VT8组成的仿晶闸管电路短路而恢复关断，分机进入预警状态：此时S01开启、S02闭合，IC5-D的输入脚12、13脚由R27、R28分压呈低电平，IC5-D反相输出高电平，由于电阻R29值较大和电容C12的充电作用，IC5-A的1脚和二组双与非门电路组成的第一组R-S触发器IC5-B、IC5-C的S03输入端的5脚起始值为低电平。与IC5-D的输入脚12、13脚并联的IC5-A的2脚亦为低电平，IC5-A输出高电平，即第一组R-S触发器IC5-B、IC5-C的R1输入端为高电平，此时第一组R-S触发器IC5-B、IC5-C的输出端Q1为高电平，IC5-B、IC5-C的另一个输出端Q1'为低电平。双或非门CD4001的IC2-A、IC2-B组成的第二组R-S触发器的输入端S2（Q1'）为低电平，R2（接计数器Y9）亦为低电平，第二组S-R触发器IC2-A、IC2-B的输出端Q2因计数器IC3的Y9出现高电平时的置零作用继续维持低电平，Q2'维持高电平，振荡器IC2-D、IC2-C停振，开关控制管VT5、VT6截止，电路处于等待状态。一段时间后R29为C12充电，使IC5-A的1脚和IC5-B的5脚S03变为高电平。当接触式报警开关S01短路或断开式报警开关S02断路时，IC5-A的2脚变为高电平，双与非门IC5-A的输入端均为高电平，输出端R1由高电平变为低电平，第一组R-S触发器IC5-B、IC5-C的输出端Q1'（即第二组R-S触发器IC2-A、IC2-B的输入端S2）由低电平变为高电平，第二组R-S触发器IC2-A、IC2-B翻转，Q2由低电平变为高电平，Q2'由高电平变为低电平，振荡器IC2-D、IC2-C起振，VD11二极管使开关管VT5、VT6导通，放大管VT3、VT4放大由电话发码集成电路IC1的12脚输送来的DTMF双音频信号去值班室主机显号。当计数器IC3的Y9出现高电平时，第二组R-S触发器IC2-A、IC2-B的输入端R2变为高电平，同时R32触发VT7、VT8仿晶闸管电路，IC5-A的1脚和IC5-B的5脚变为低电平，第一组R-S触发器IC5-B、IC5-C翻转，S2变为低电平，Q2'由低电平变为高电平，振荡器IC2-D、IC2-C停振，VD11截止，VT5、VT6由VD12维持导通，VT3、VT4放大话筒拾音信号。计数器IC3自动对监听时间计时至Y9翻转复零为止，见前述。

值班室主机的号码显示电路：有多种显示方法，请参考本刊2002年第11期《楼宇对讲开锁电话系统的原理与应用》之图9。

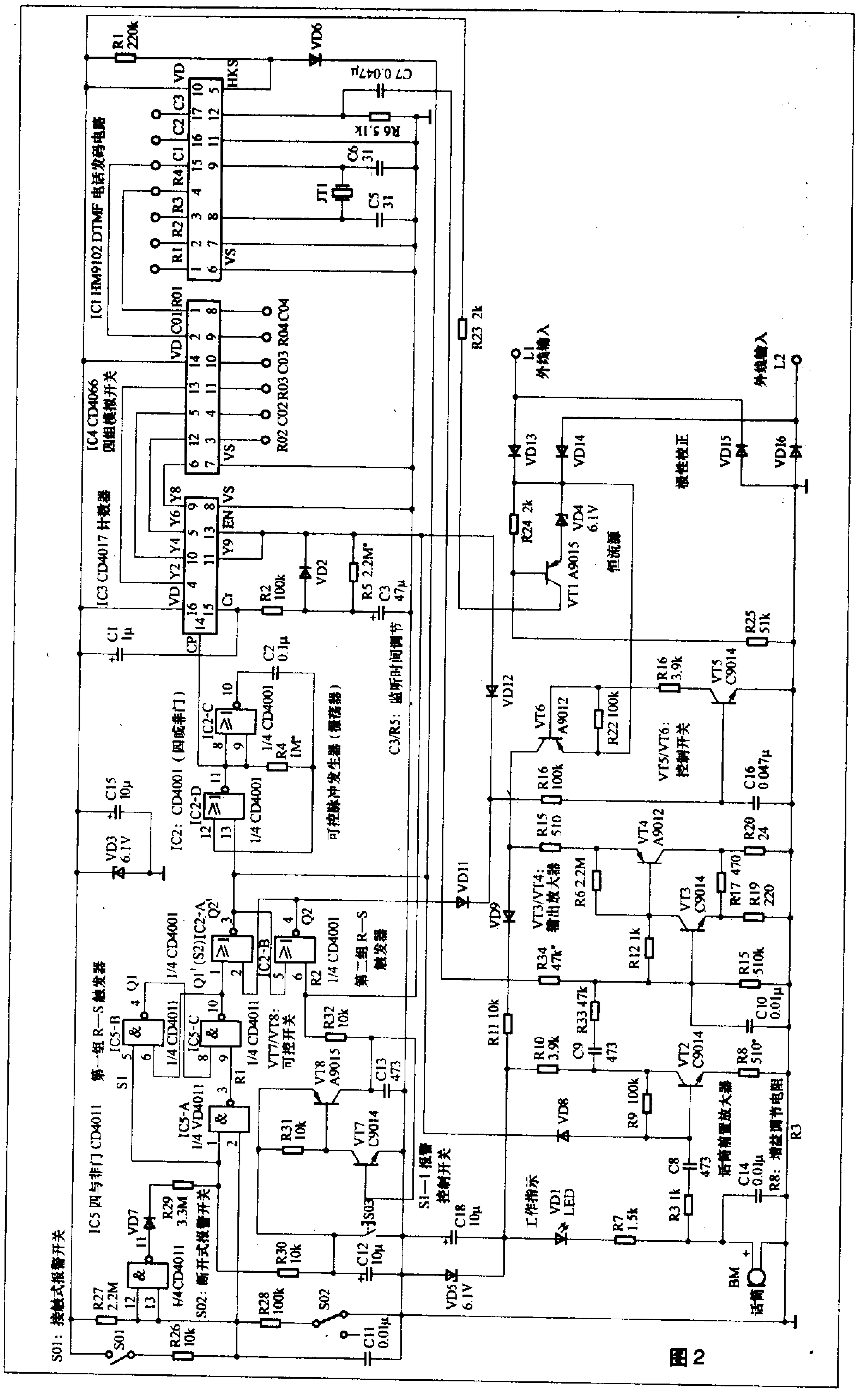


图2

打造自己的MP3微型有源音箱

文/吴红奎 吴红静

随着MP3的普及，市场上出现了一种专门配合MP3的微型有源音箱，多采用干电池供电，配置1英寸～2英寸的小音箱，可以让MP3脱离耳机使用，增加人们的使用舒适度。更有一种无源的小音箱，利用谐振扩声原理，把小音箱的一面紧扣在耳机上，不用电池不用电，更加节能小巧，不过大概是因为目前MP3的输出功率只有每声道32mW左右的缘故吧，笔者试听时感觉声音虽然有所增大可还是太小，所以还是采用有源的比较好。

笔者觉得这种微型有源音箱采用普通干电池还是比较费电，采用可充电池，又需要专门配备充电器，而且可充电池的寿命也是个问题。思量再三，笔者决定自己打造一套MP3有源音箱。

这套音箱称为有源音箱其实有些勉强，业余条件下为了制作方便，做成了功放和音箱分离式的：功放采用手机座充，这样就可以采用手机电池，把座充里的充电电路取出，把自己制作的小功放电路板放进去，可以保留原充电器的指示灯做通电指示。

小音箱优先选用汽车上用的小口径全频带扬声器，也可以采用电视机上或者平板显示器上用的小扬声器。最好是带外壳的品种，那就是一个不折不扣的小音箱了。笔者采用的是某国外品牌液晶显示器上用的小音箱，不到香烟盒大，两个烟盒的厚度，十分耐听。这里着重说一说小功放。

一、老树新花

TDA2822M是意法半导体（ST）早期专门为便携式录放音设备开发的双通道单片功率放大集成电路，具有低交越失真(low crossover distorsion)和低静态电流的特点，适用于立体声（stereo）和桥式放大（BTL）方式。TDA2822M还有一个独特之处就是工作电压范围很宽，在1.8V～15V范围内都可以正常工作，不过除非是用于耳机放大器，最好还是让TDA2822M工作于3V以上的电压。

TDA2822M是一片非常经典的优秀音频功率放大集成电路，20世纪90年代初曾经被国内外家电厂商广泛用于便携式收录机中，在一些功率稍大的，尤其是带有机身扬声器的随身听中也可以经常看到TDA2822M的身影。

TDA2822M的标称输出功率（1kHz，8Ω，9V，10%总失真）立体声方式时可以达到1W，桥接方式时可以达到2W。

TDA2822M的其他技术指标如下：

最大峰值电流（Peak Output Current）：1A；

静态电流（Quiescent Drain Current）：≤9mA（V_{CC}=3V）；

总谐波失真（1kHz，8Ω～32Ω，典型值）：0.2%；

闭环增益（典型值）：39dB；

声道不平衡度（立体声状态，最大值）：±1dB；

声道分离度（1kHz，立体声状态，典型值）：50dB；

输入阻抗（1kHz，最小值）：100kΩ；

负载范围：≥4Ω。

TDA2822M的某些技术指标拿今天的眼光来看似乎可能[illegible]了些，不过MP3功放的输出功率有限，扬声器一般是1英寸～2英寸全频带纸盆的，而且TDA2822M的听感纯厚耐听，用于MP3功放绰绰有余。如果买拆机品，不到1元钱就可以买到，不过一定要买TDA开头的，最好是意法半导体原装的，不要买D开头的，也不要买TDA2822（即结尾没有“M”的）。前者音质不好，后者供电电压范围窄，有DIP16封装的，比较少见，音质未见评论。

实际制作中多采用桥接方式，可以省去两个容易影响音质的输出电容，图1是一个声道的电路图，实际制作中需要两套这样的电路。TDA2822M可以采用直耦方式工作，前提是输入信号不能带直流成分。一般的前级输出如果带有直流成分，本身已经有了隔直输出电容，MP3一般是浮地输出，输出信号中不含直流成分，所以本功放采用直耦

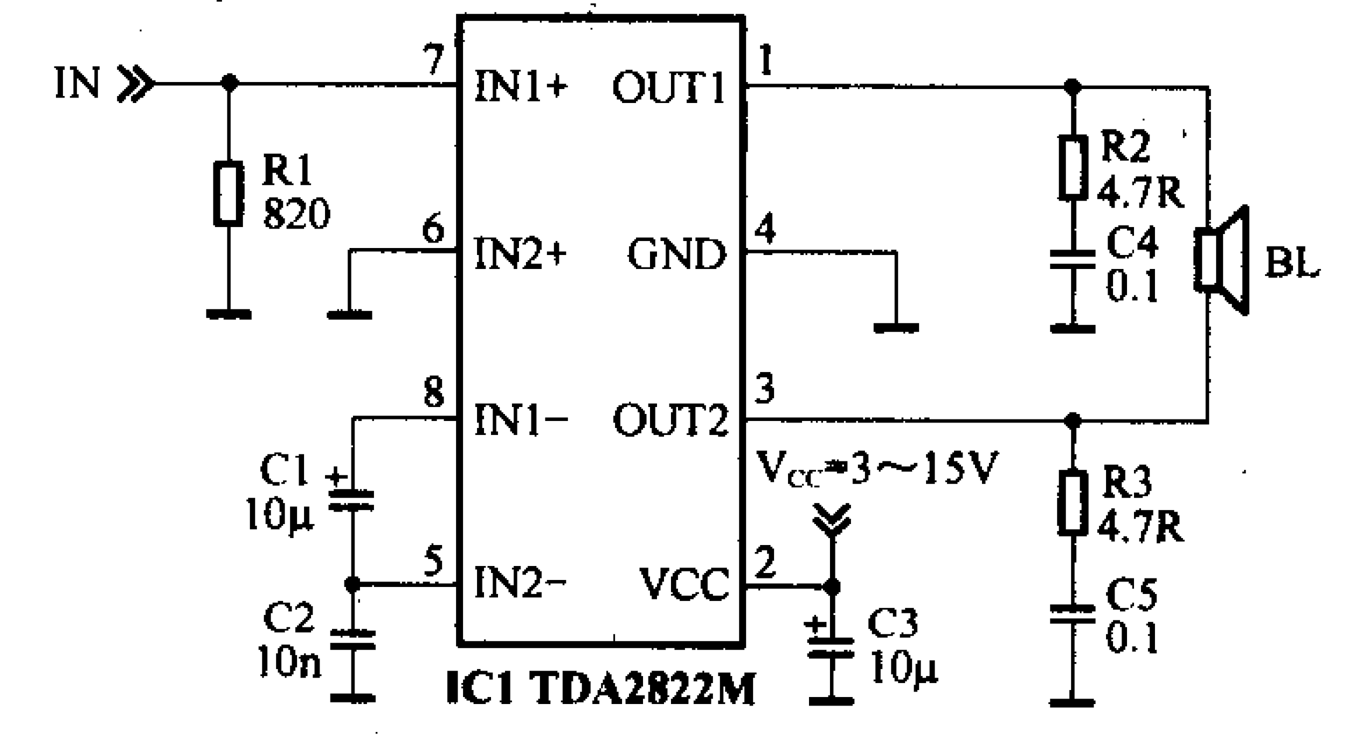


图1

方式，连输入电容也弃之不用，最大限度地减少影响音质的因素。

不过在第一次上电时先不要接扬声器，用万用表测一下输出端（1脚与3脚之间），如果在毫伏级别就可以放心使用了，否则最好在输入端（7脚）接入一个1μF的高品质电容，如CBB电容，当然，电解电容也可以。测量的时候注意万用表的挡位应该由大向小调，不要一下子放在最低挡以免烧坏仪表。

图1所示的放大器是针对MP3播放器的，所以7脚的输入电阻选用了820Ω，而不是典型的10kΩ，因为MP3播放器的输出负载一般是32Ω的耳机，虽然采用为32Ω的电阻可能比较好，不过这样MP3播放器就会比较费电，而且这个功放就很难使用其他音源了。试验中，采用820Ω的电阻，这个放大器可以很好的与笔者电脑声卡的线路输出配合，如果采用32Ω的电阻，声音就会有阻塞，不过对于有耳机输出的一些声卡就不会有这个问题。综合考虑，最后采用了820Ω的电阻。

实际制作时可以直接采用实验板，有条件的采用印制电路板更好。采用自制印制电路板时由于元器件比较少，可以不用钻孔，将元器件直接焊接在铜箔面，即所谓的“壅根焊”。阻容元件将引脚适当剪短，TDA2822M沿下沿剪齐，平放好焊接即可。

如果有条件，图1中5脚的电容C2最好采用CBB电容，可以改善音质。实际试听中可以试着把1、3脚的电阻R2、R3和电容C4、C5去掉，如果听感没有区别，功放也不自激，也是可以的。直观的判断方法是：自激时，IC温度相比之下有很大提高。

由于TDA2822M的供电范围很宽，音质很好，这个放大器完全可以用于电脑多媒体功放，听感上不亚于一两百元的产品，这时如果觉得电池供电没有必要，可以采用单独的变压器供电，6V～9V的都可以用，也可以从电脑取电。

使用变压器供电时，可以采用常见的有源滤波电路或者采用三端稳压器，以提高信噪比，这里推荐一种比较有特色的，如图2所示。该电路与我们通常见到的电子滤波电路不同的地方主要是在三极管的基极加入了电感线圈，从而达到用小功率、小感量的电感来达到理想的滤波效果。

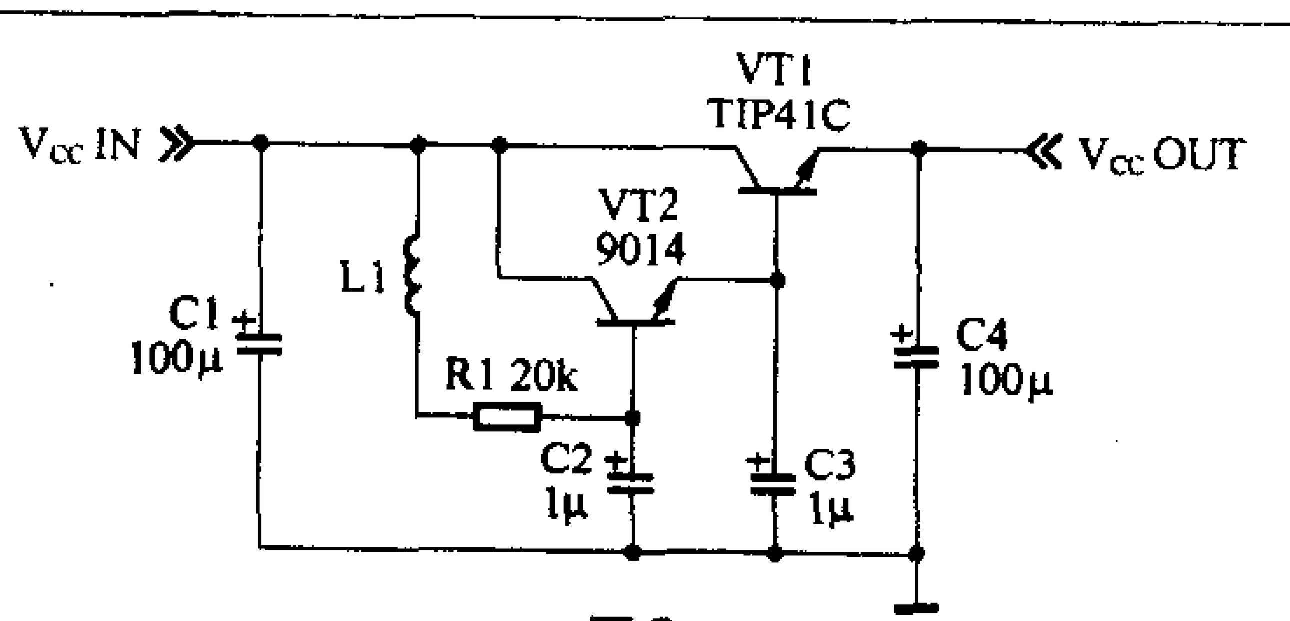


图2

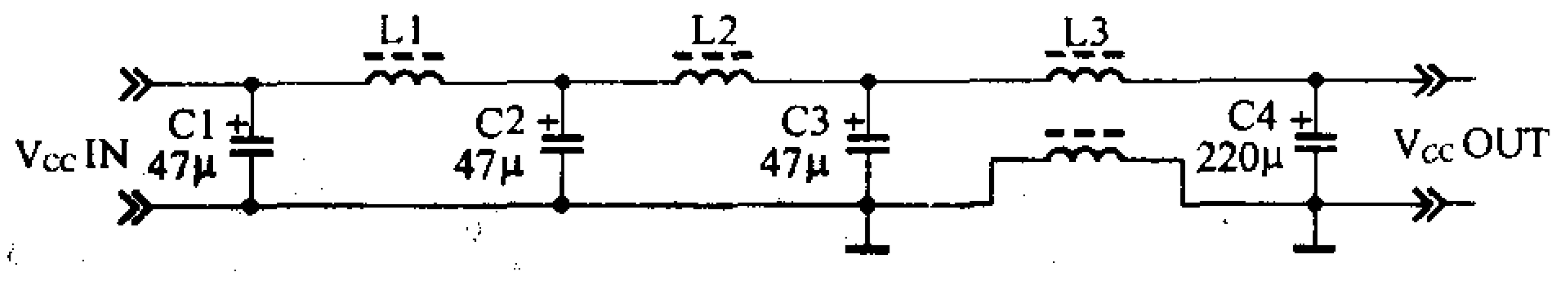


图3

该电路可以很好地滤除工频电源中的交流声。

图2中的VT1也可以采用2SC3074、2SD1409、2SD882等2A以上的中功率管。VT1、VT2基极的电容C2、C3采用近似容量的CBB电容，效果会更好。电感L1可以自制，用Φ0.15mm左右的漆包线在100kΩ的电阻上乱绕200匝即可，也可以用收音机上中周的一个绕组代替，也可以采用330μH以上的色码电感。

如果从电脑取电，可以从USB，也可以直接从主机中引出12V，现在有些电脑电源带有供液晶显示器用的12V电源接口，更是方便。如果从USB取电，要注意占用一个独立的USB口，不要和其他USB设备共用。TDA2822M采用5V供电时的工作电流只有200mA～300mA，只要主板质量合格，不会有什么问题。

虽然电脑电源是开关电源，几乎没有100Hz的工频干扰，但电脑中的高频干扰杂波很多，所以无论采用12V还是USB的5V，最好加入合适的滤波电路，图3是一个参考电路。

图3中，L1、L2在高频磁棒上用Φ0.5mm以上的漆包线平绕10圈左右即可，L3在高频磁环上用Φ0.5mm以上的漆包线双线并绕15圈左右即可。

二、新新人类

如果你觉得TDA2822M太老了，不够新潮，也可以采用各公司新推出的针对平板显示设备（平板显示器、平板电视机等）和笔记本电脑的音频集成电路来打造MP3有源音箱。

这些器件多采用4.5V～5.5V供电，用集成的桥接方式（BTL）向低至3Ω的负载提供1W以上的功率，有的还集成耳机放大器，针对近声场模式，大多具有很高的电源纹波抑制能力和共模噪声抑制能力，有的还具备比较高的射频噪声抑制能力，以避免听音乐时如果有手机来电会听到烦人的“喀嚓声”。

这里笔者举几个做过简单实验的例子，供参考。

1. TPA6021A4

这是TI（德州仪器）针对笔记本电脑、平板监视器推出的桥接方式的立体声音频放大器，集成独立的耳机放大器和32级直流音量控制器，4.5V～5.5V的供电，可以向4Ω负载提供2W的功率，DIP封装适合于用实验板安装。TPA 6021A4支持的是平衡/不平衡输入，这里使用的不平衡输

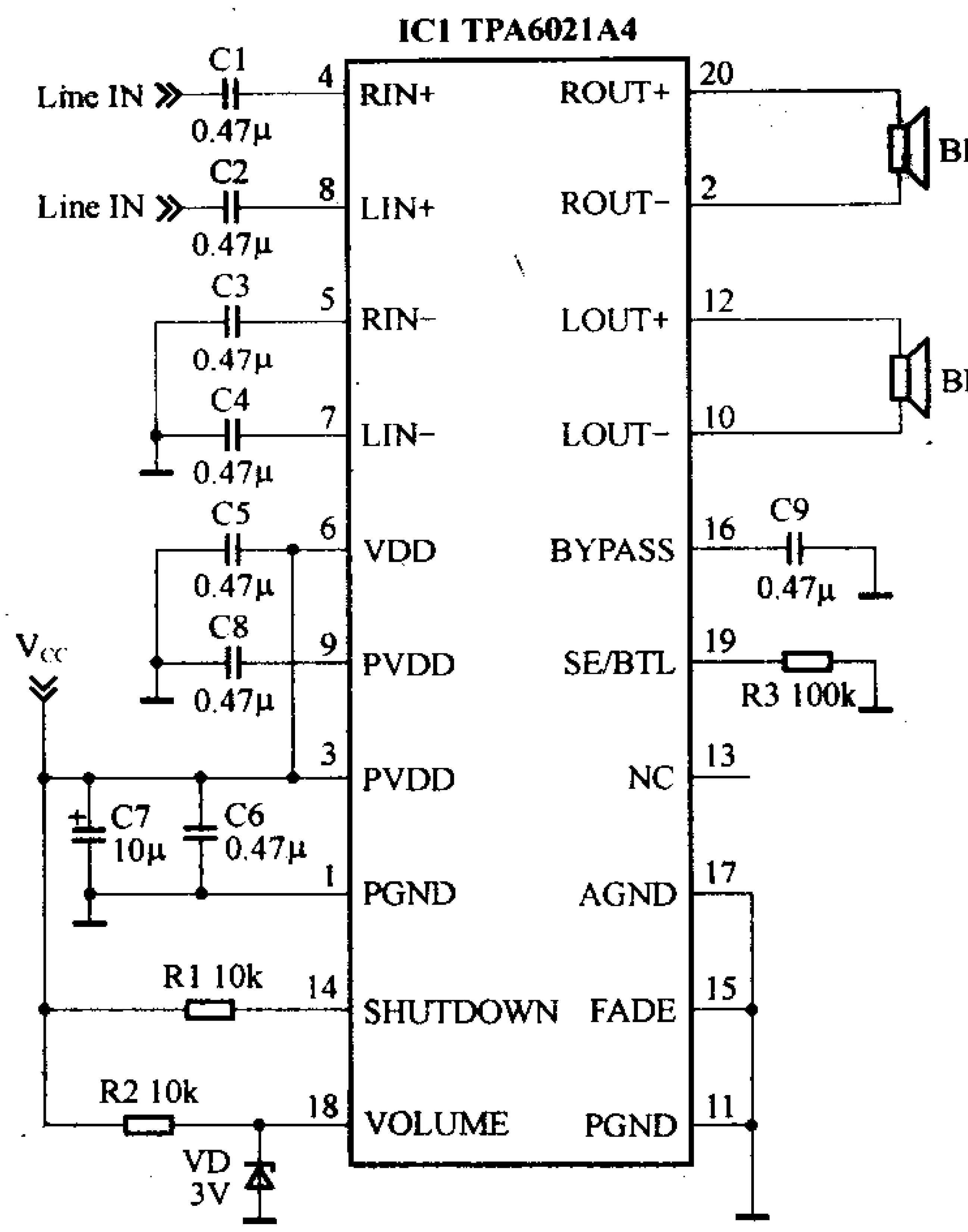


图4

入方式，音量控制略去不用，固定为约10dB的增益，待机功能也关闭不用，耳机方式也去掉未用。

TPA6021A4和TPA2008D2、TPA6011A4、TPA6030A4是同系列的产品，不过TPA6021A4是双列直插封装，更便于试验条件下的安装。图4是典型应用图。

TPA6021A4集成了输入电阻，同样可以和C1（C2）组成高通滤波器，计算公式为2.2/*C*1，*C*1的单位用μF，计算出来的截止频率的单位是Hz，图4中，约为5Hz。

如果在使用中TPA6021A4发烫，应考虑在其上加一个小的散热片，如果使用印制电路板可以设计大面积的地并镀锡来解决散热问题。

2. LM4991

这是国半(National Semiconductor)针对笔记本电脑、平板监视器、PDA推出的桥接方式的单通道音频放大器，具备待机模式，只消耗0.1μA（典型值）待机电流，2.2V~5.5V供电，可以向3Ω负载提供3W的功率，SOP（扁平）封装，组建立体声系统需要两块集成电路。图5是其典型应用图。

图5中，R1和R2决定了放大器的增益，一般通过调整R2来调整增益，计算公式为：2×（*R*2 / *R*1），单位是dB。C1和R1组成了一个高通滤波器，决定了放大器输入的音频信号的下限，计算公式为：$1/(2\pi R1C1)$，单位是Hz，注意计算的时候*C*1单位要用F而不是μF。按图中数值计算，增益为10dB，信号的下限约为20Hz。

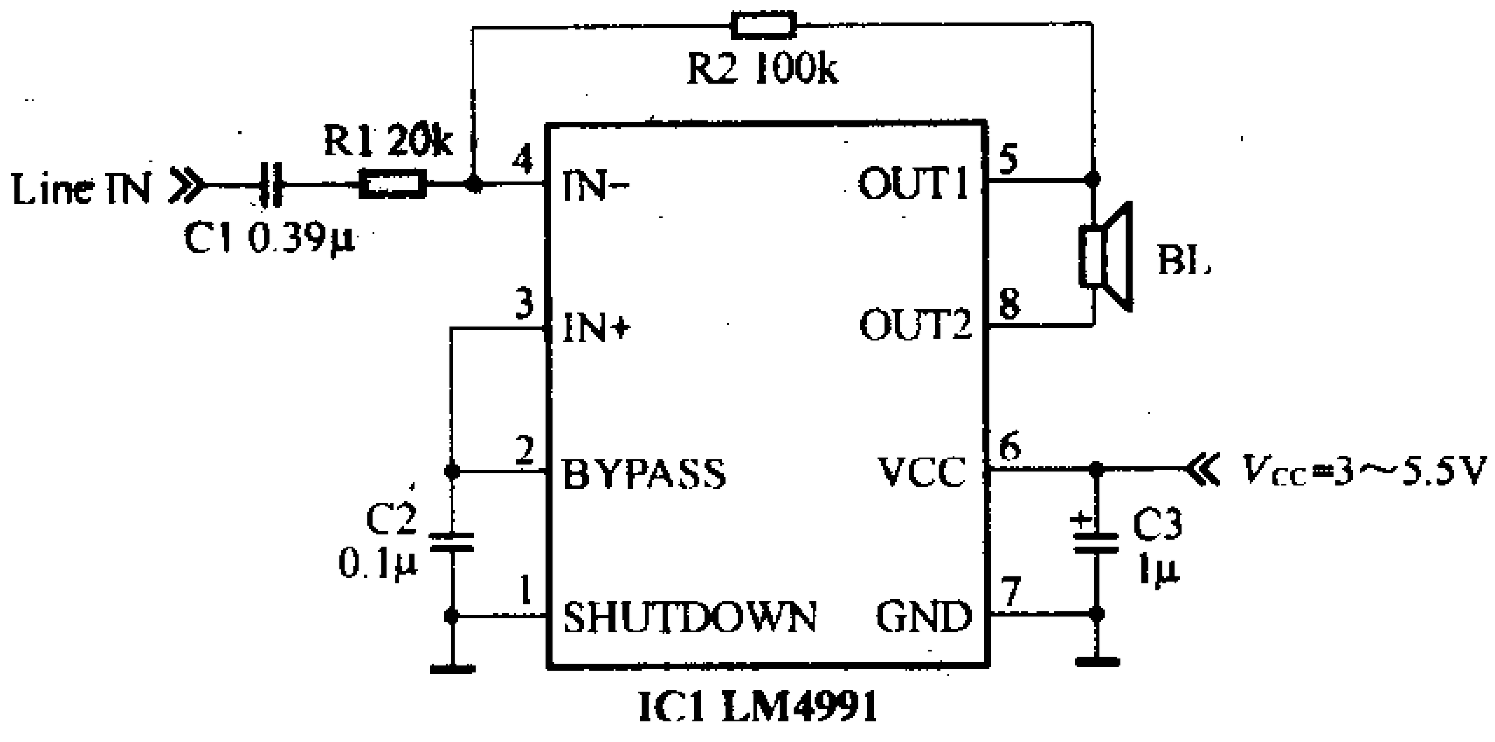


图5

图5中，为了提高音质，R1、R2尽量选用低噪音高精度电阻，C1、C2选用CBB电容比较好，尤其是C1，最好用音频专用型的。C3推荐使用钽电容，如果没有，可以用一个10μF的铝电解电容和一个0.47μF的CBB电容代替。

3. MAX9710

MAX9710是MAXIN面向笔记本电脑、平板电视机和平板显示器推出的桥式输出立体声音频功放集成电路，THD+N以1%计可向3Ω负载提供3W功率，具有低失真（典型值仅为0.01%）和高电源抑制比（PSRR，典型值为100dB）、高信噪比（SNR，典型值为95dB）的特点，带有待机和“使能”端子，符合PC99/01规范。MAX9710还有单声道版本MAX9711，以供设计者灵活选用。

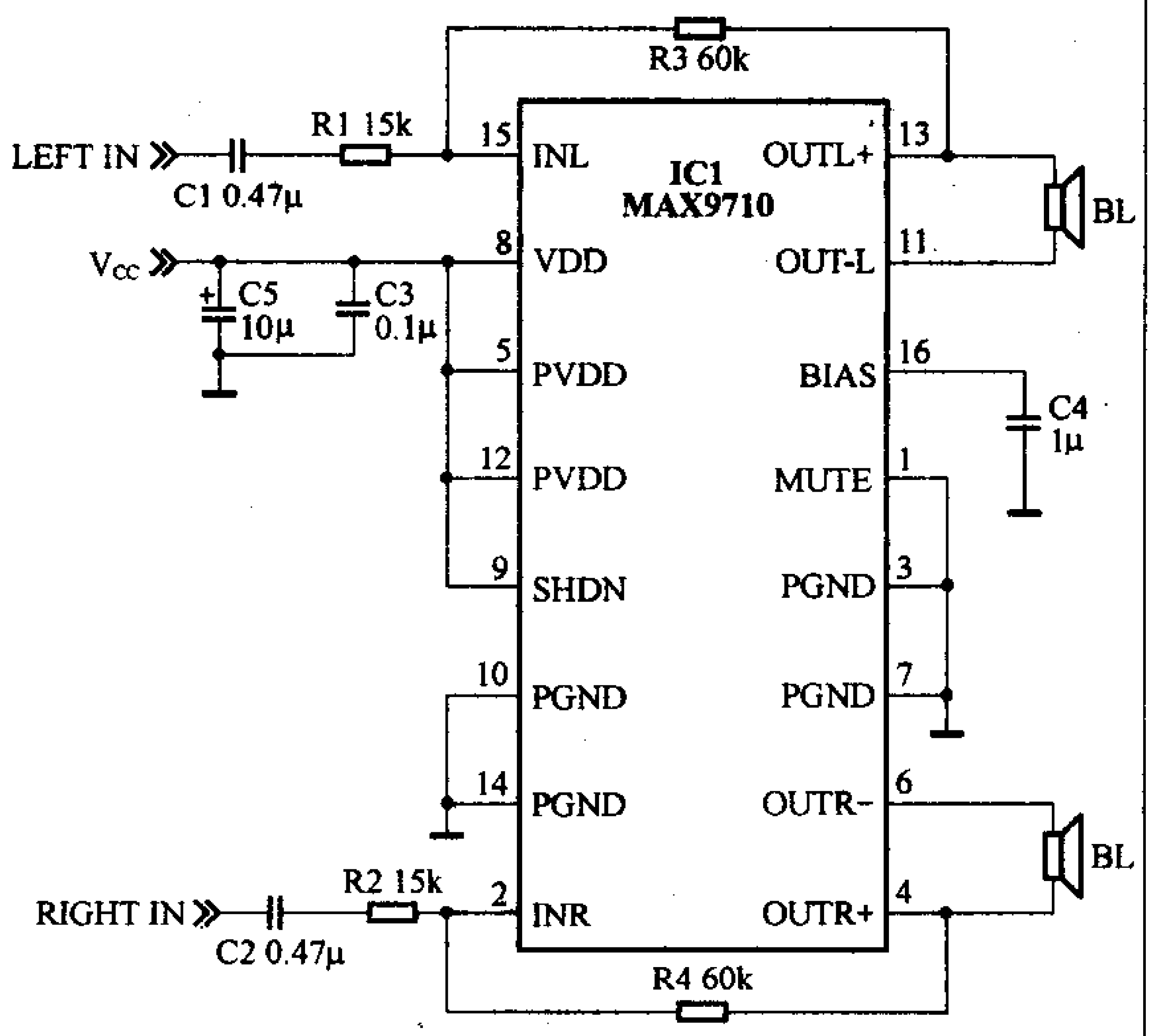


图6

图6是其应用电路图，图中没有使用待机和“使能”端子。

电话呼叫装置

文/郎 筠 韩照训 郎东风

在我们电台的日常工作中，往往会遇到这种情况，当值班人员呼叫机务人员时，直接拨打各房间电话有时无人接，对及时排除机器故障十分不利，会对安全播出造成影响。于是我们利用电话设计安装了高音扬声器呼叫装置。当机房内有紧急任务时，值班员立即拨通此相关电话，利用高音扬声器发出信号命令，使在宿舍区的机务人员听到命令后迅速赶到机房，及时排除机器故障及抢险意外事故。此装置也可用于农村扩音设备，不论呼叫者身在何处，只要打通相连接的电话，就可下通知喊话。

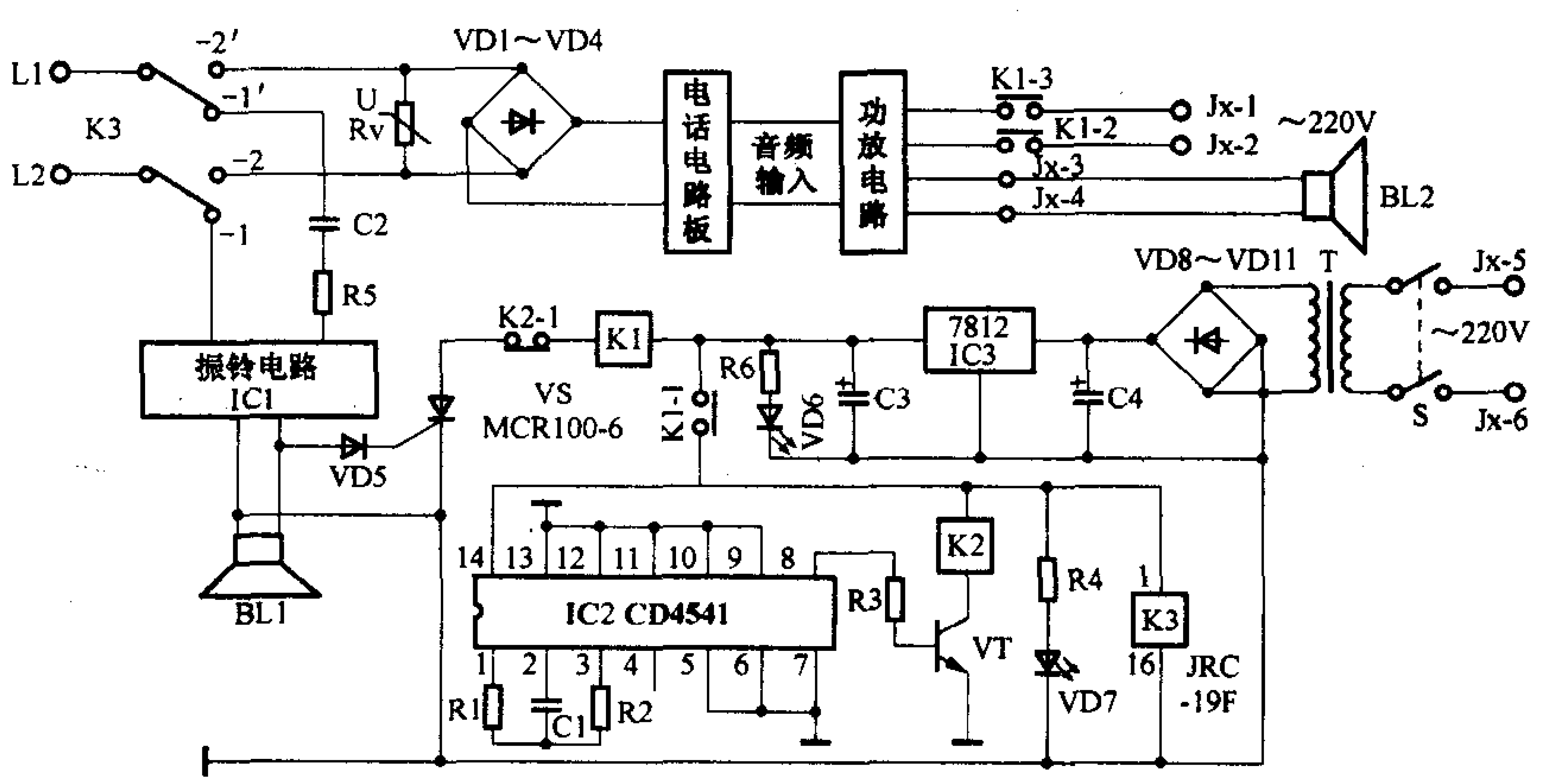


图2

一、呼叫装置的电路组成

本电路是由普通电话机线路板、低频功放电路、拨号自动摘机电路、定时自动关机电路和高音扬声器几部分组成，电路方框图如图1所示。将以上电路（除音箱）安装固定在一个小盒内。本电路对元器件的要求不是很严格，使用方便可靠、效果不错。

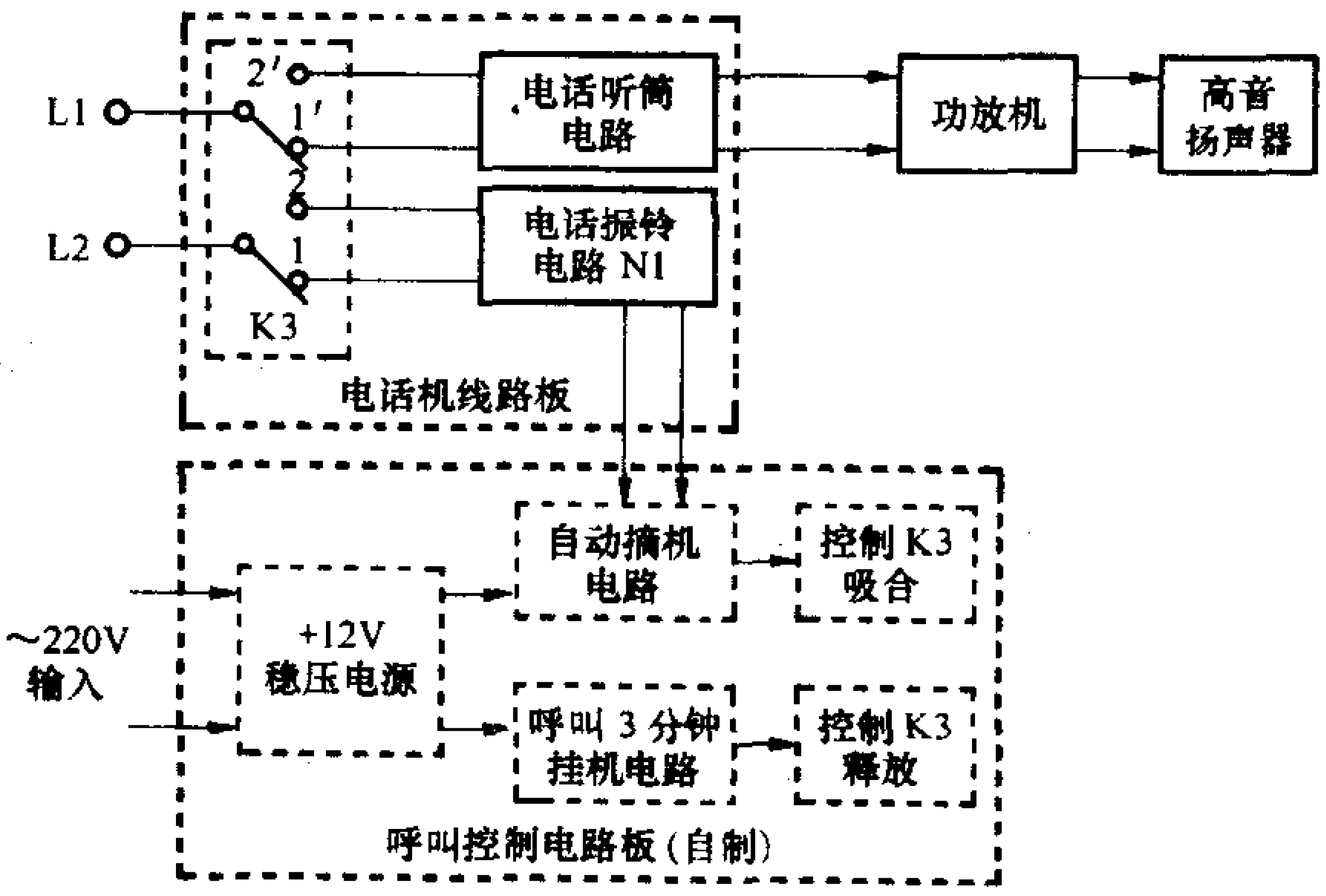
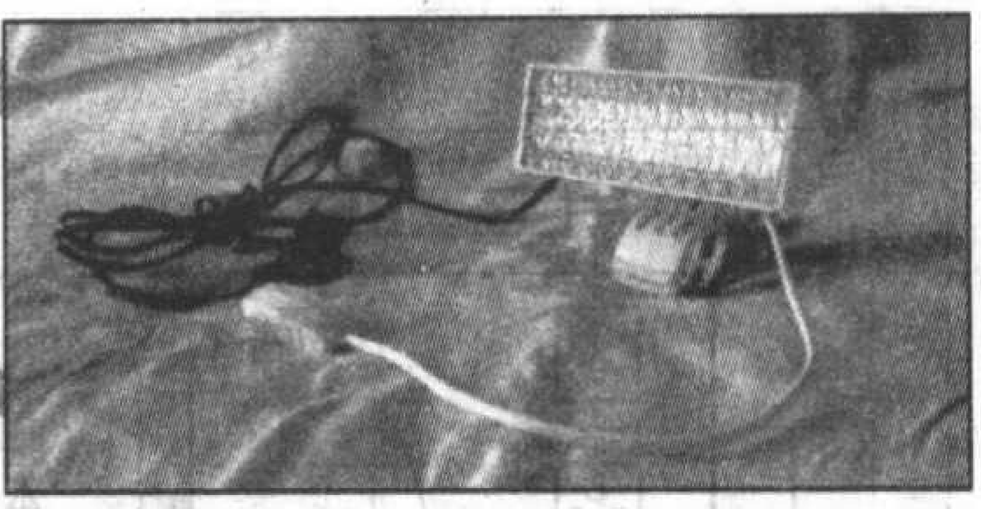


图1

二、电路说明（电路图如图2所示）

L1、L2接一路内部电话线，Jx为小盒与外部接线端子板Jx-1、Jx-2接入交流220V市电，为功放器提供电源，Jx-3、Jx-4是低频功放输出端，外接高音扬声器BL2，Jx-5、Jx-6接交流电源，S为电源开关，T为12V小功率电源变压器。VD8～VD11为桥式整流电路（二极管可选用1N4004），C3、C4为电源滤波电容，可选用25V/470μF，IC3为12V三端稳压器7812，R6阻值为1.2 kΩ，VD6为发光二极管用作电源指示灯。K1、K2为中型直流电磁继电器，型号可选TX-3C（+12V线包电压），K3是小型直流继电器，型号为JRC-19F。将电话机的舌簧开关拆掉，将JRC-19F装上焊好即可，大小正合适，要分清常闭接点、常开接点，以防接错位置。IC2为定时集成电路CD 4541，用作延时电路，CD4541的各脚功能是：1、2、3脚为内部振荡器，R1、C1、R2为IC定时电路外接元器件。R1先接1 MΩ电位器，根据定时时间最后确定阻值，然后用固定阻值的电阻代替，C1为0.1 μF，R2为2.2 MΩ电阻。4、11脚为空脚，5脚接地为开机自动复位端，6脚为手动复位端（高电平有效、），7脚为集成电路接地端，8脚为输出端，R3为降压电阻（视情况确定阻值），9脚为输出初始状态设置端，接低电平时输出初始状态为低电平，10脚为方式选择端，接地时为单定时工作方式，12、13脚为定时时间编程端，可根据定时时间的长短选择相应的编程要求，12、13脚都接地，延时范围在19s～1884s之间可调。延时时间可

新颖实用的LED床头小夹灯



文 / 孙志甫

新颖实用的床头小夹灯（或移动式工作灯）是采用超高亮、低功耗、长寿命的LED新颖光源设计制作的，具有外观小巧、光效高、功耗低（极省电）、寿命长等突出优点，该灯的电源开关是用较短的电源线由灯壳引出，挂在床头（枕头）边上，使用非常方便（尤其适合老人晚间起居照明）。灯罩设计成可上下转动，以便调到较佳照度，有助于看书读报。该床头灯还可作为移动式工作维修灯，或作临时应急照明之用，它的外观见题头照片。

一、电路工作原理

床头小夹灯电原理图如图1所示。这是一种电容限流"降压"整流源和负载超高亮发光二极管相结合的照明电路。它是利用电容 C1 在交流 220V

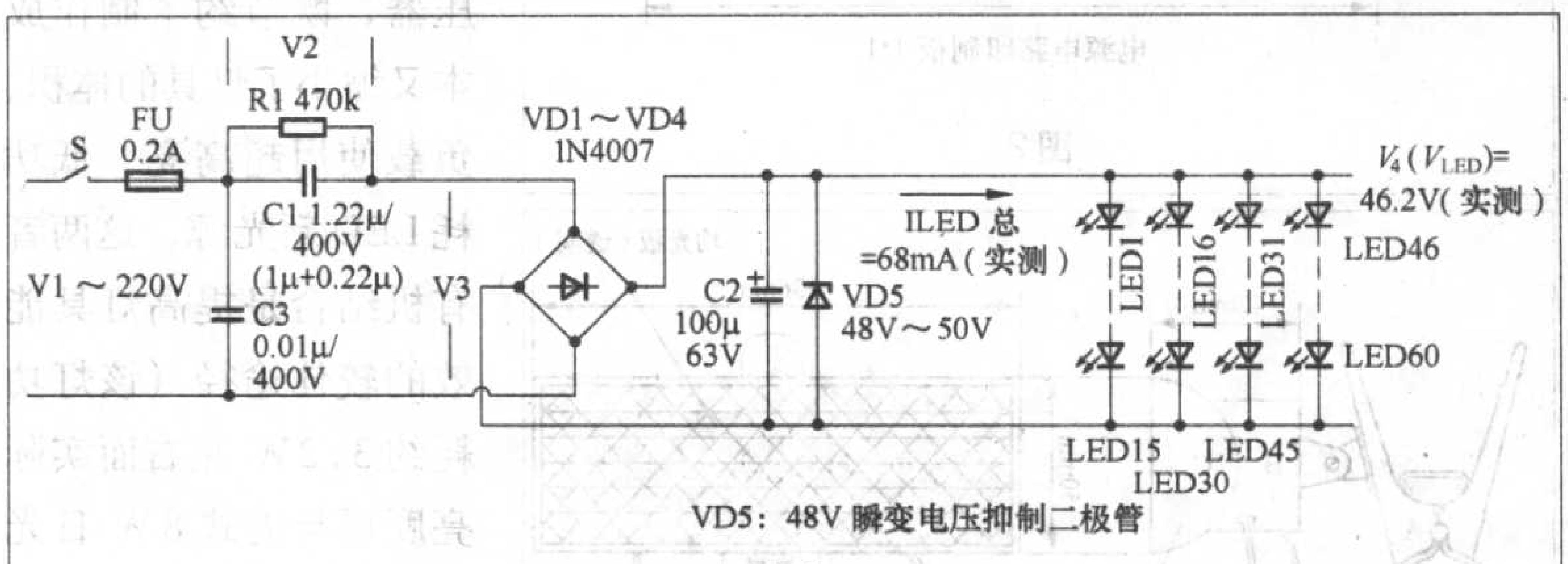


图1

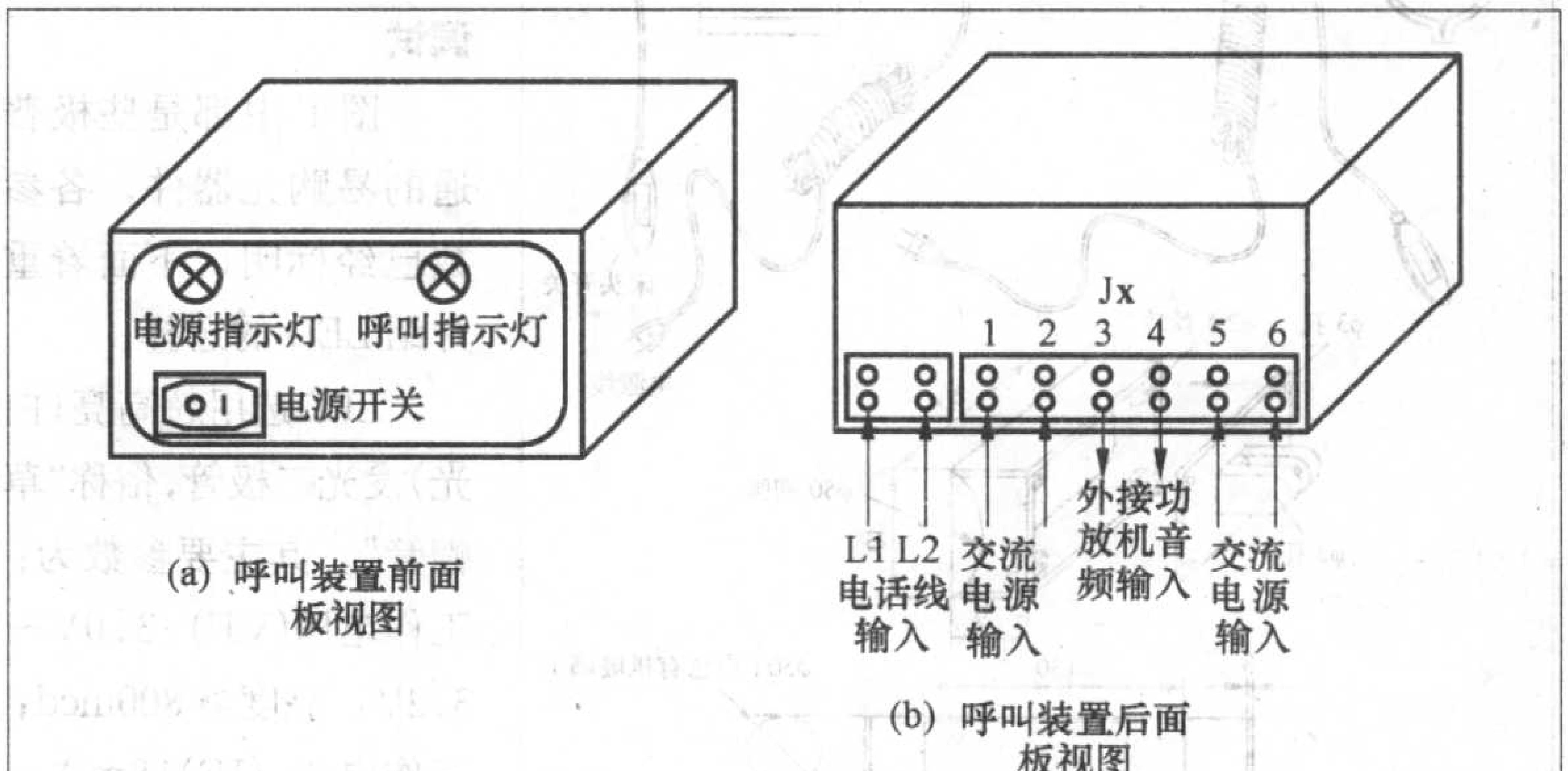
以调整R1，根据一般呼叫时间长短而定，一般在3分钟即可。14脚为集成电路正电源端。VT为驱动三极管，型号为2SC1815。BL2是高音扬声器，其功率应与功放输出相匹配。功放电路可以找一个废旧的功放器，只要输入与电话机的音频输入匹配即可，V D5与V S是振铃触发电路，振铃触发导通，使K 1 吸合。K2-1是K2 的一组常闭接点，呼叫时K2不吸合，K1吸合，K1-1是K1的一组常开接点，用于接通延时电路电源。延时到后K2瞬间吸合。K1-2、K1-3是两组常开接点，用于接通功放电路电源，呼叫时吸合，延时到后释放，K 2吸合，K1释放，K2、K3也释放，K3的常闭接点接于1′、1位置，常开接点接于2′、2位置，K3吸合自动摘机，K3释放时自动扣机。

其他元器件如Rv、VD1～VD4、R5、C2、IC1、BL1等均为原话机上元器件，BL1振铃扬声器可以不用。

三、整机工作原理

当拨打该路电话时，K3常闭接点接通振铃电路，由振铃电路输出脉冲电压，此电压经VD5二极管整流输出，该整流电压触发晶闸管VS导通，K2-1是常闭的导致K1继电器吸合，其常开接点导通给延时电路供电开始延时，在延时过程中，K2不动作，而K3吸合，K3-2′、K3-2接点导通，即自动摘机，振铃断开。由K1吸合，其常开接点K1-2、K1-3接通，功放电路也随即供电，这样就可以开始呼叫信号命令，呼叫结束后呼者可以扣机，当延时电路延时时间到后，IC的8脚输出高电平，继电器K2开始吸合，其常闭接点K2-1断开，随后K1继电器释放，延时电路断电复位，延时电路也同时切断功放电源，K3因断电也释放，K3-1′、K3-1常闭接点复位，即达到自动扣机的目的，进入待机状态，等待下一次呼叫。根据功放输出功率和输出阻抗选择合适的高音扬声器。

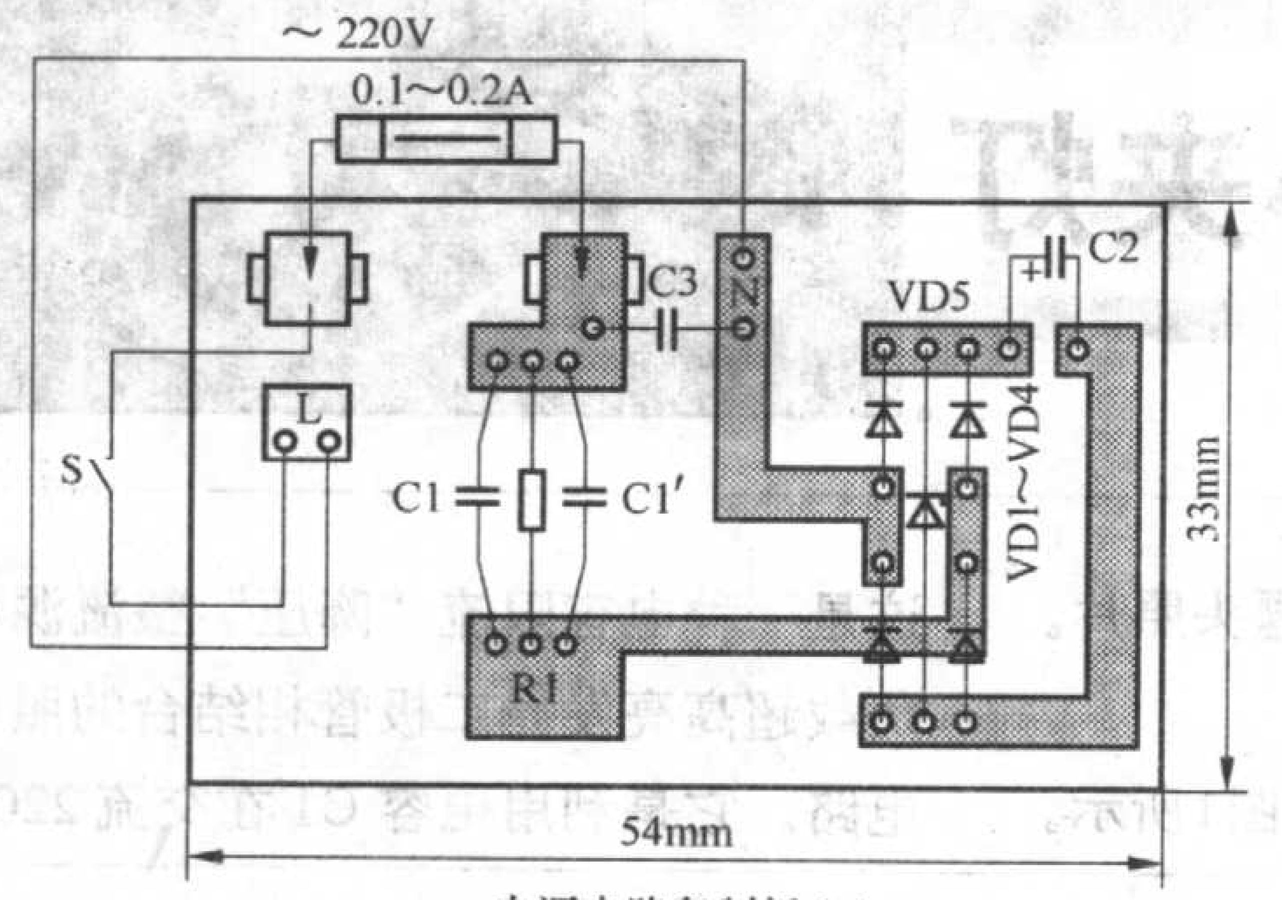
该电路经过调试实验好后，将线路板及其他控制器件安装牢固，把导线连接好，固定在一个大小合适的盒内，即构成一部电话呼叫装置，其外观图参见图3。



(a) 呼叫装置前面板视图

(b) 呼叫装置后面板视图

图3



电源电路印制板 1:1

图2

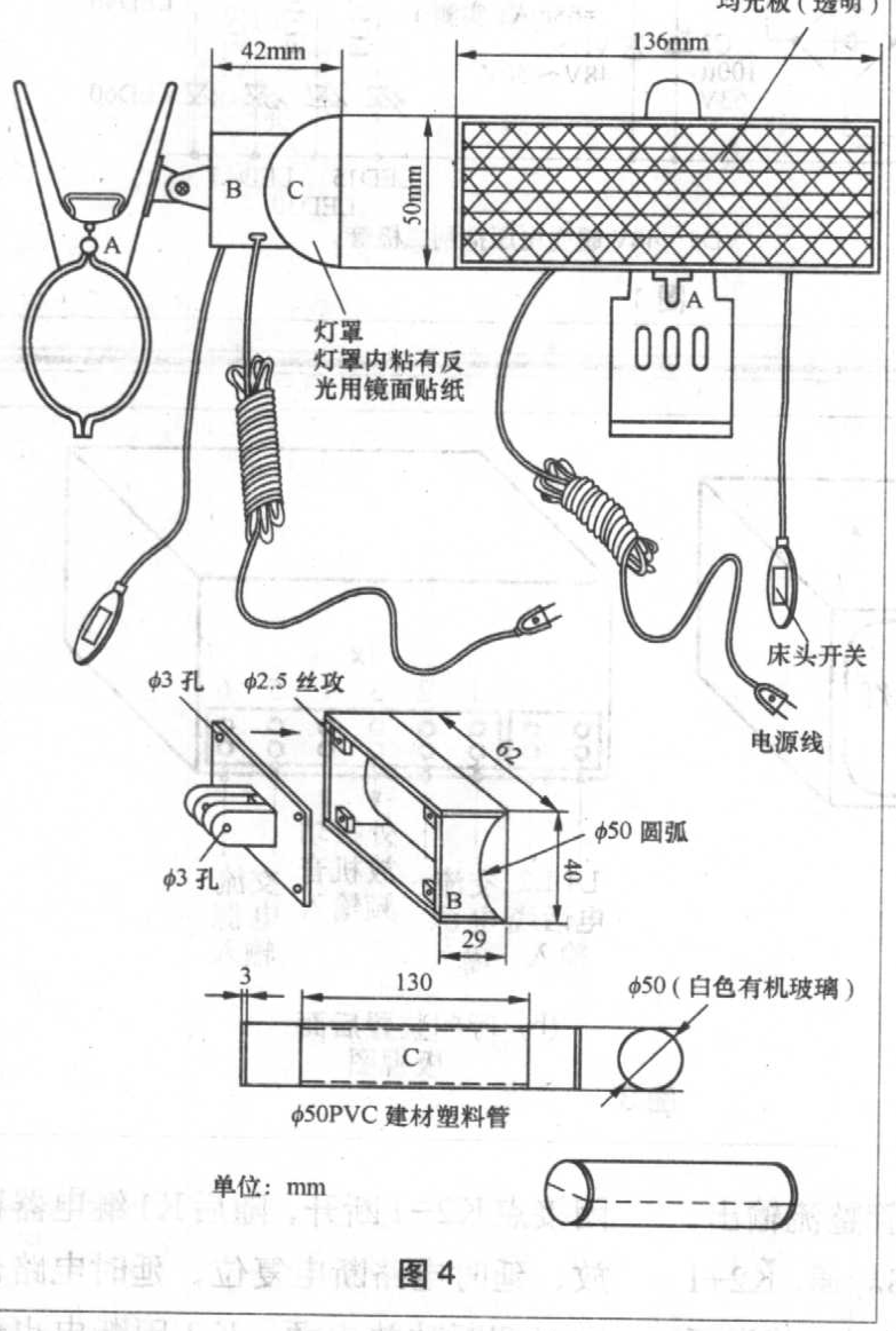


图4

电路中所产生的阻抗(即容抗XC1)将交流电流限制或“锁定”到负载LED所需电流值，再经VD1～VD4整流，C2滤波为LED1～LED60供电（注：图1中VD5是瞬变电压抑制二极管，目的是拦截≥48V电压加到负载，确保LED安全运行，C3作用是滤除窜入电源频率较高的脉冲杂波）。它的印制电路见图2，LED灯板印制电路见图3。

二、特点

图1中限流“降压”电容C1仅与交流电源起能量交换作用，只存在一定无功损耗，本身并不消耗有功功率，显然有利节电（相对电阻降压而言）。由此而省去了一个体积较大的电源变压器，既节约了制作成本又缩小了灯具的体积。负载使用超高亮、低功耗LED新光源，这两者有机结合是提高灯具能效的较佳途径（该灯功耗约3.2W左右而实际亮度可与老式8W日光台灯媲美）。

三、元器件选择和调试

图1中都是些极普通的易购元器件，各参数已经标明，下面着重介绍LED的选择。

LED选用超高亮(白光)发光二极管，俗称“草帽管”，其主要参数为：工作电压(VF) 3.0V～3.2V；亮度≥800mcd；工作电流（IF)18mA～20mA；光发散角≥120°(适合照明)。

选管注意：(1)在统一工作电压（即测试电压）情况下各管电流误差应尽量控制在±15%之内。(2)用万用表R×10k挡测试每一只LED正反向电阻，反向电阻越大越好，以万用表指针不动为佳。

只要各元器件质量保证（尤其是LED），按图1正确焊接装配，一装即成。制作总成本约三十几元，有兴趣的电子爱好者不妨一试。

四、灯壳制作

灯壳的加工尺寸示于图4。A为塑料凉衣夹(超市有卖)。B为电源盒，用2mm～3mm厚的有机玻璃按图4-B加工，完成后用“101”瞬间粘接剂与灯罩“C”胶接。C为灯罩，取一段Φ50mm、长130mm的PVC建材塑料管，两端用锉刀锉平，再用2mm～3mm厚白色有机玻璃加工成两块直径为50mm的圆片，用“101”胶水将上述两块圆片粘封在PVC塑料管两端，待胶水干透后(一般需3小时～4小时)，用锉刀修去“毛边”，然后按图4-C虚线所示用“细牙”钢锯纵向等分锯开，再用砂皮磨平，这样，一下子就做成两只灯罩，再取用其中一只灯罩，在灯罩内左右两侧分别粘接两只“柱头”，以便在装配时固定LED灯板用(该“柱头”可用3mm厚有机玻璃加工成12mm×10mm的小方块，并在该小方块上事先攻好2.5mm的丝攻孔。为增强反光，在灯罩内和LED灯板正面都要粘接“镜面”贴纸(即镜面即字贴)，装潢店有售，价格很便宜，该镜面即字贴看上去像反光极好的“金属膜”，但在电气上是绝缘的，将它粘贴在LED灯板上不会发生短路。

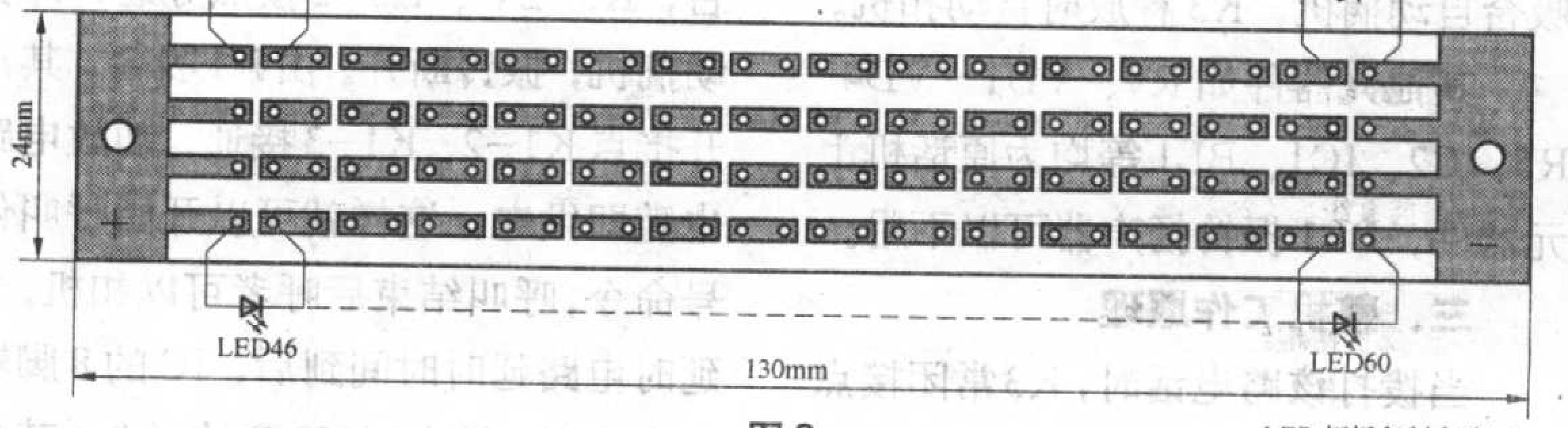


图3 LED灯板印制电路1:1

电工的安全装置规程

文/林文彬

在中学的物理课程中虽然讲过交流电和直流电的基础知识，但有不少人认为电是神秘的、危险的，尤其是曾被交流电电击过的人们，更是谈电色变。据有关部门统计，在各种触电死亡事故中，由于线路、设备缺陷和维修管理不善等原因引起的事故，占触电死亡总人数的40%以上，因此，如果自己有兴趣在家庭中充当电工小工程师或电工小设计师，就必须先要了解“安全装置规程”。

“安全装置规程”就是专业职能部门为了保障人民生命、财产安全而制定的相关规定，是遇事依法界定、执行的依据和标准。本文所述一般装置规程没有涉及供电公司依法提供的进户线部分，只涉及室内应知的相关单相交流电的一般安全装置规程。

一、家庭线路装置

在家庭交流220V供电线路中规定：(1)必须选用绝缘耐压为交流500V的国标铜芯电线，采用单相三线制，即红色为相线(L)，黑色为零线(N)，黄绿色为保护接地线(PE)。严禁利用大地设作零线构成一线一地(见图1)，导线两端悬空情况下相互之间的绝缘电阻及对地绝缘电阻不应小于0.5MΩ。(2)根据负载功率大小有一定余量地选择导线的安全载流量，零线与相线的线径横截面应相同，保护接地线横截面不小于相线的1/3。(3)必须明、暗管穿配线，最小管径不得小于13mm，管内导线总截面积不得超过管内有效面积的40%；穿管内导线不得打结、连接；线盒内导线余留长度以15cm为宜；原则上不同回路、不同电压、交流与直流的导线不得穿入同一管内。(4)管线与热力管要有安全距离，与弱电信号源线水平距离不小于15cm，与弱电信号源线交叉而过的部位必须多层包裹锡纸作屏蔽处理(见图2)。(5)线路要设短路、过载、漏电(单极双断型，剩余动作电流小于30mA，动作时间小于0.1s)保护装置(见图3)。(6)配电板低边距地安装高度不小于1.8m；配电箱低边距地安装高度一般为1.5m，同时应标明用电回路名称。

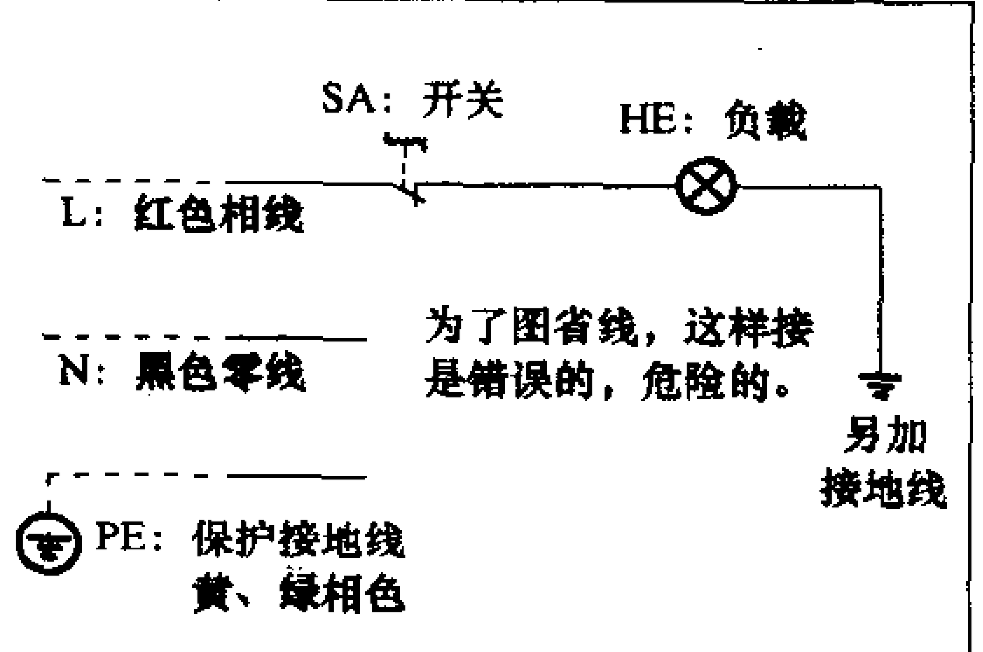


图1

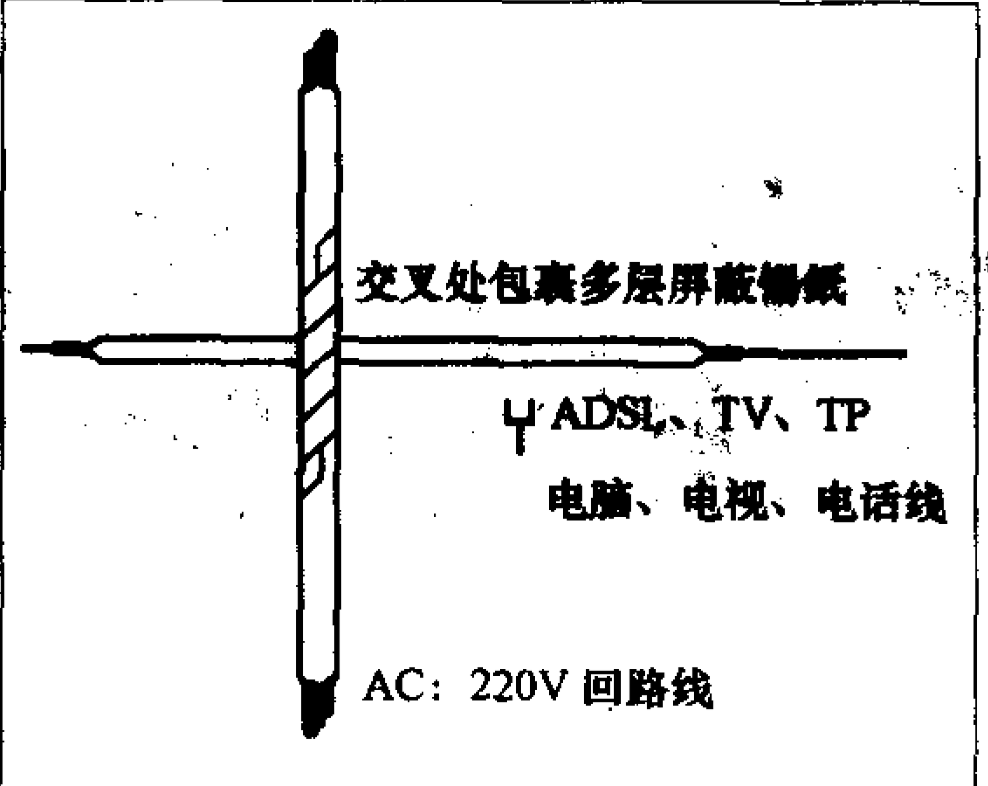


图2

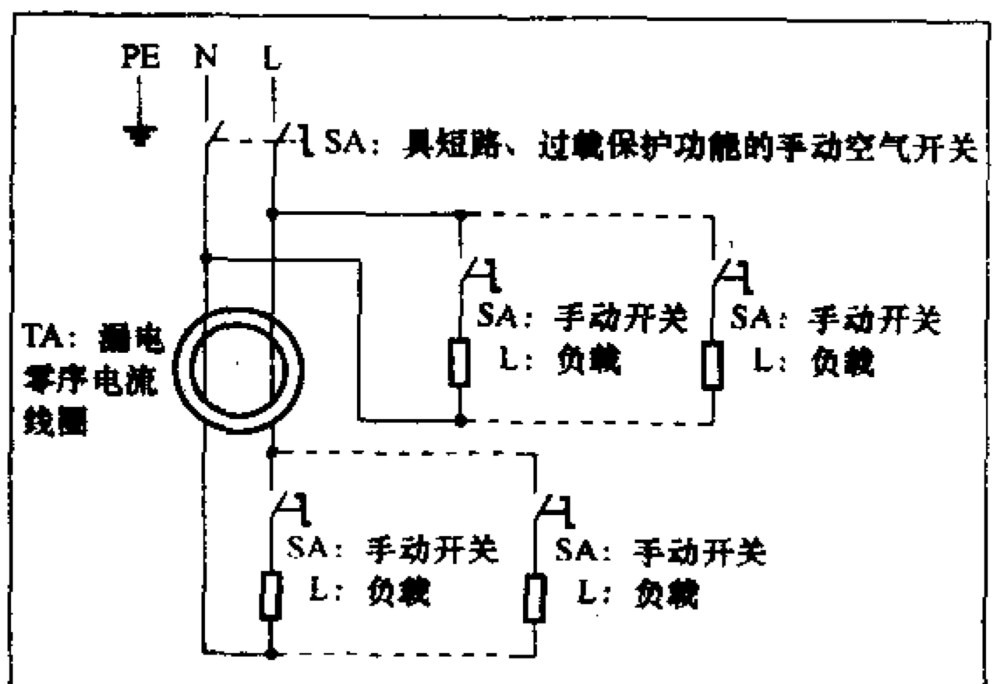


图3

二、家庭照明装置

1.室内灯具的安装

家庭一般灯具的安装要符合下列要求：(1)电源的相线L应接在螺口灯头的中心触点端子上，零线N接在螺纹端子上，灯头的外壳不应有损伤或漏电。原则上生活照明和办公室照明的灯具不宜装用螺口灯头。(2)每个软线吊灯必须装有吊线盒，吊灯软线的两端应做保险扣，软线截面不应小于0.2mm²。软线吊灯重量限于1kg以下，超过应加吊链。(3)日光灯及高温灯具不得紧贴安装在可燃性的建筑装饰材料上。(4)住宅交流220V照明灯头距地面一般不低于2m，特殊需要一般不低于1m，并在软线部分加绝缘防护；吊扇扇叶距地高度不小于2.5m。(5)携带式局部照明灯具宜采用橡套或塑套软线。

2.室内开关的安装

家庭室内开关安装规定：(1)单联壁式翘板开关一般宜使翘板向上时处于切断位置，同一场所开关的切断位置应统一；成排安装的开关高度位置要统一，高低误差不大于2mm。(2)开关应串联在相线(L)上，安装位置应便于操作，距地高度一般为1.3～1.5m，距门框为0.15～0.2m(见图4)。(3)家庭严禁装设床头开关和灯头开关(见图5)。

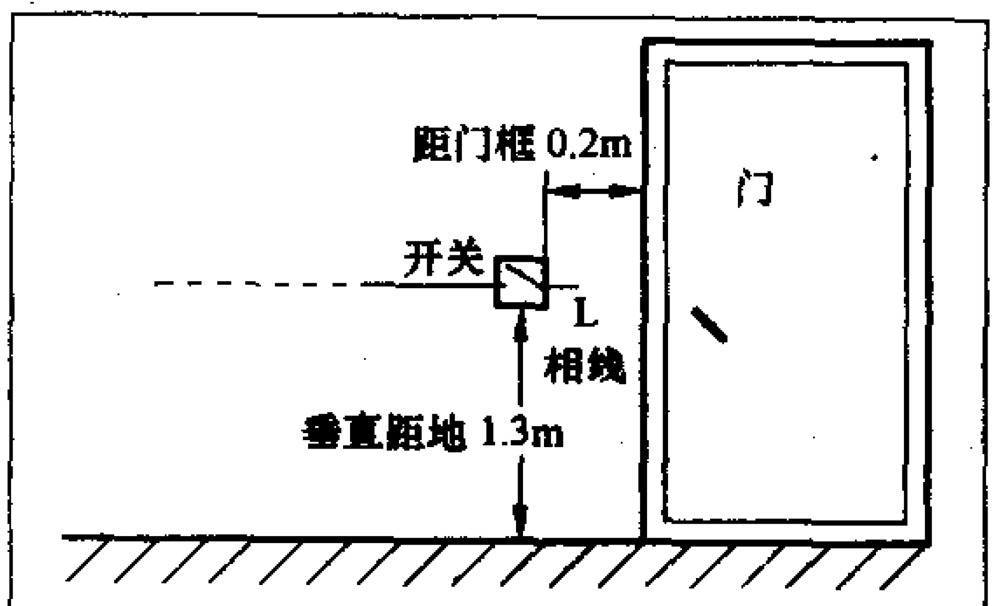


图4

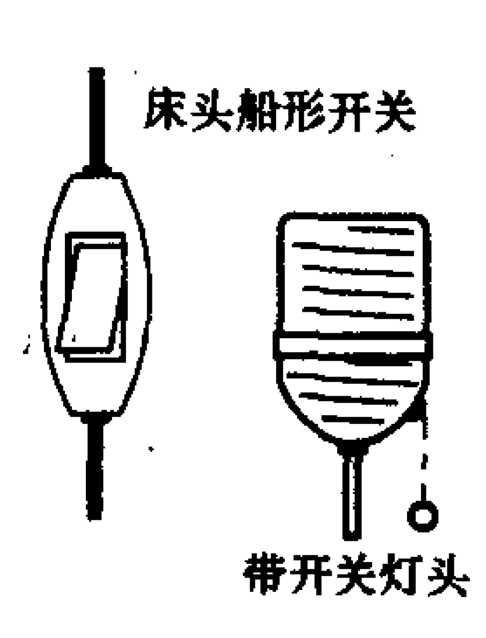


图5

3.插座的安装

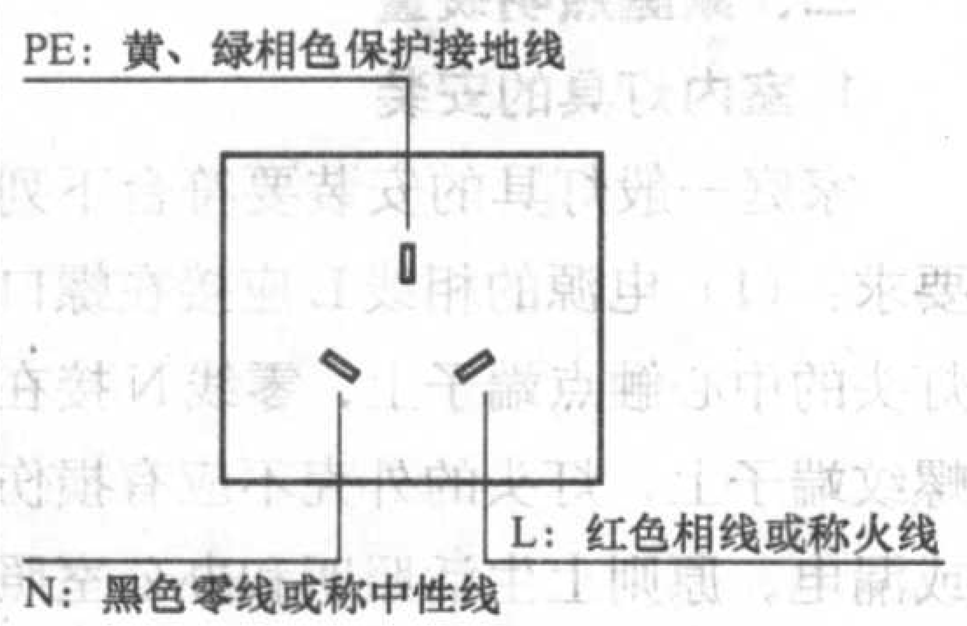


图6

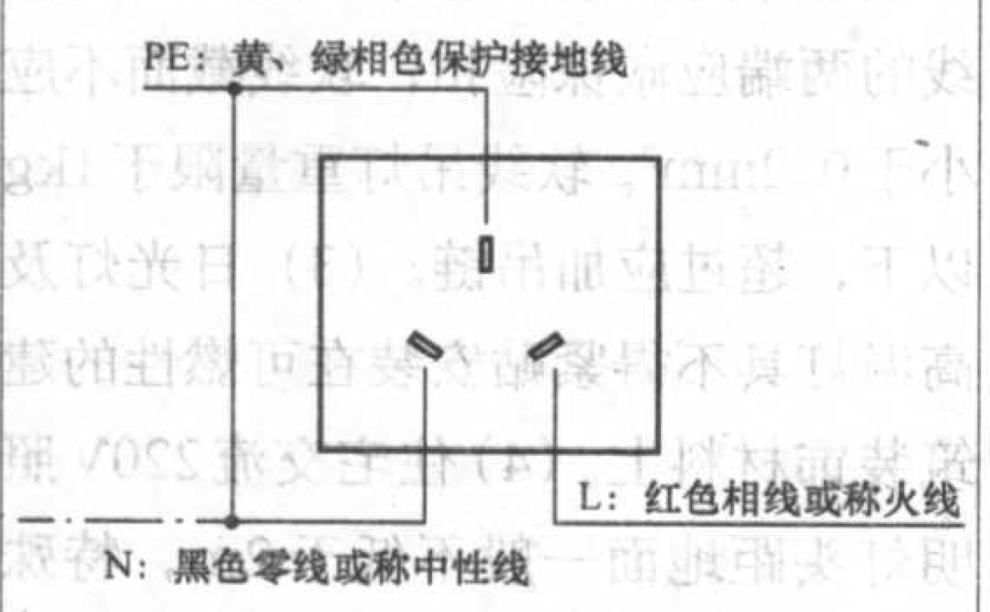


图7

家庭插座的安装要符合下列要求：(1) 室内插座下边沿一般距地为1.3～1.5m，最低不小于0.2～0.3m，儿童场所及分体空调插座不低于1.8m。(2) 安装位置是左右两孔插座应是左零 (N) 线、右相 (L) 线接法；安装位置是上下两孔插座应是下零 (N) 线、上相 (L) 线接法。(3) 三孔插座中，面对上面正中间的孔是接保护接地黄绿线的，下面斜向的孔为左零黑色 (N)、右相红色 (L) 线接法（见图6）。(4) 在保护接零系统中，插座中的中性线和接地线禁止混接在一起并延伸到其他地方去（见图7）。

除了要严格遵守"安全装置规程"，还要注意防潮和绝缘等安全措施。常言道水、火不相容，其实水、电也不相容，常规电怕水。在梅雨季节，由于空气湿度较高，使物质吸潮或表面结露，相互间的绝缘性就会变差，产生漏电、爬电等现象，电气故障率就会明显增大。因此，我们要有下列防护安全意识：(1) 使用有双重绝缘设计，带"回"字标识的移动电器较安全。(2) 尝试触碰可疑电器时，应养成用试电笔去测试。(3) 不能用潮湿的手去拨动开关、插拔电源插头、搬移电器，甚至拿工具接触电源部分，绝缘破损的工具一定不要使用。(4) 一般电器防止淋湿，注意遮挡、隔离，保持干燥。(5) 散热电器要注意通风、环境空间度，近距离不要有可燃物。(6) 用手感知导线和插头是否发热来判断大功率电器或插头、插座是否有隐患。(7) 单人不能带电操作，如有一定电的基础知识和操作经验，必须带电操作的，应有人监护。要验电分辨、隔离其他导线，坚持以单线操作为原则。(8) 带电操作应站在干燥的绝缘物上，戴绝缘手套，其他身体部位不要接触墙体和导电体。

推荐书目

品牌推荐　900102　《无线电》1955–2000 年合订本（4CD–ROM）　邮购价：100.00 元／套

新书上架		邮购价
9020052	《无线电》2005 年增刊	28.00 元／本
14091	《无线电》家电维修精汇	35.00 元／本
14164	《无线电》2005 年合订本上册	28.00 元／本
14165	《无线电》2005 年合订本下册	28.00 元／本
88745	计算机安装、调试与维修（10VCD）	198.00 元／套
9020051	《高保真音响》2005 年增刊　电子管名机赏析	28.00 元／本
14021	无线电问与答精汇	41.00 元／本
13545	无线电制作精汇（2）	38.00 元／本
13544	无线电元器件精汇（第 2 版）	38.00 元／本
13424	无线电识图与电路故障分析轻松入门(第二版)	35.00 元／本
13425	无线电元器件检测与修理技术轻松入门(第二版)	35.00 元／本

畅销图书		邮购价
13015	数字万用表功能扩展与应用（世纪新版）	25.00 元／本
12897	实用报警电路	28.00 元／本
12537	看图学电工技能	34.00 元／本
12500	业余无线电通信（修订本）	30.00 元／本
12337	电子节能灯与电子镇流器的原理和制造	32.00 元／本
11814	识读无线电电路图快速入门	26.00 元／本
12844	数字万用表检测方法与应用（世纪新版）	20.00 元／本
12123	万用表使用技巧 60 例	25.00 元／本
11826	彩色电视机单元电路应用与维修手册	44.00 元／本
12182	红外探测与控制电路	51.00 元／本
11819	无线电遥控组件及其应用电路	26.00 元／本
12263	通用集成电路的选择和使用	25.00 元／本
11299	电源电路识图与故障分析轻松入门	29.00 元／本
08842	怎样选用无线电电子元器件	42.00 元／本
07566	电子镇流器的原理与制作	24.00 元／本
06131	怎样看无线电电路图(修订本)	17.00 元／本
10862	I^2C 总线彩色电视机软件调整手册	76.00 元／本
12019	高频交流电子镇流技术与应用	37.00 元／本
10867	开关电源实用技术设计与应用	43.00 元／本

强势品牌		邮购价
2–75	《无线电》杂志及增刊	
2003～2005 年第 1～12 期，2006 年第 1～3 期		6.80 元／本
2003 年增刊	大屏幕显示器电路解说及维修方法	28.00 元／本
2002 年增刊	国产彩色电视机电路解说及维修资料	25.00 元／本
2001 年增刊	进口彩色电视机维修资料	28.00 元／本
2000 年增刊		6.00 元／本
12887	《无线电》2004 年合订本上册	28.00 元／本
12888	《无线电》2004 年合订本下册	28.00 元／本
11940	《无线电》2003 年合订本上册	28.00 元／本
11941	《无线电》2003 年合订本下册	28.00 元／本
10979	《无线电》2002 年合订本上册	24.00 元／本
902000	《无线电》2000 年合订本	45.00 元／本
909900	《无线电》1999 年合订本	42.00 元／本
82–590	《高保真音响》	
2003～2005 年第 1～12 期，2006 年第 1～3 期		15.00 元／本
9020021	《高保真音响》2002 年增刊	28.00 元／本

光盘产品		邮购价
68139	常用电子管资料汇萃（CD–ROM）	40.00 元／套
68147	国内外名厂扬声器资料汇萃（CD–ROM）	40.00 元／套
00010	《高保真音响》1994–1998 年合订本（4CD–ROM）	110.00 元／套
010013	新型彩色电视机原理与维修（15VCD）	300.00 元／套
788024	5.1 声道 DVD 质量样版试机碟	38.00 元／盘
0030910	VCD/DVD 视盘机原理与维修技术讲座（10VCD）	200.00 元／套
040038	最新打印机工作原理及检修（4VCD）	80.00 元／套
990006	彩色电视机实用维修技术（8VCD）	144.00 元／套
990005	VCD、CD、LD 机实用维修技术（6VCD）	108.00 元／套
990004	冰箱实用维修技术（4VCD）	72.00 元／套
020015	空调器实用维修技术（6VCD）	108.00 元／套

邮购方法：请将购书款汇至北京市南区崇文区夕照寺街 14 号 A 座，收款人：《无线电》杂志社，邮编：100061，请在汇款单附言中注明书号及册数（如购买杂志请注明年份及期数，如要挂号购买杂志请另加 3 元挂号费），联系电话：(010)67134097–24。

图说安全用电

文/杨国治

电能造福人类，但使用不当轻会受到电击，重则导致灼伤，乃致死亡。因此，人们用电时必须确保安全。

一、触电形式及各自特点

1. 直接触电

直接触电是指人体的任何部位触及运行中的带电导体。此时人体触及的电压为系统相对于大地之间的电压或相间电压，危险性最高，后果最严重。常见的是单相触电和两相触电。

(1) 单相触电 人体触及一根相线，即为单相触电，如图1所示。图1（a）为中性点不接地情况，此时电流经人体、大地和另两根相线对地的绝缘阻抗形成闭合回路。图1（b）为中性点接地情况，电流经人体、大地和中性点的接地装置形成闭合回路。在触电事故中，单相触电不低于95%。

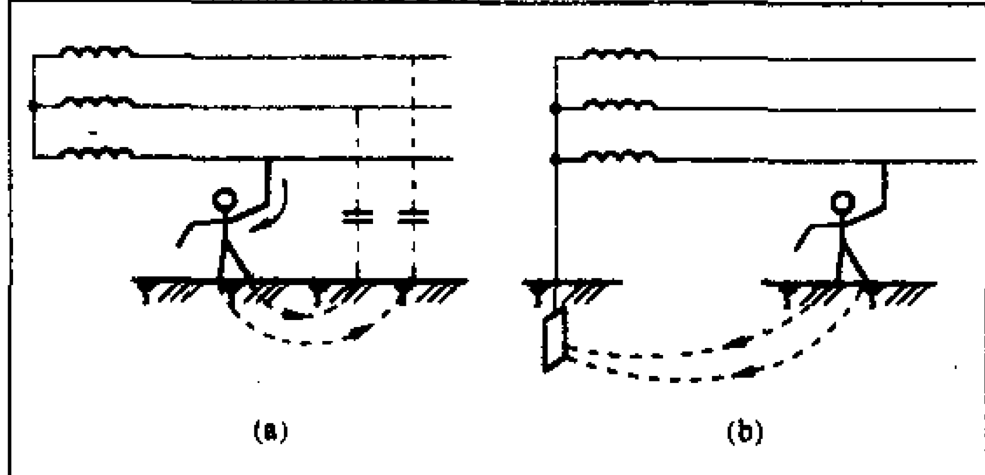


图1

(2) 两相触电 人体同时触及两根相线，即为两相触电，如图2所示。两相带电体与人体形成电流回路，无论中性点接地与否，人体都要承受线电压，情况比单相触电更加危险。

2. 间接触电

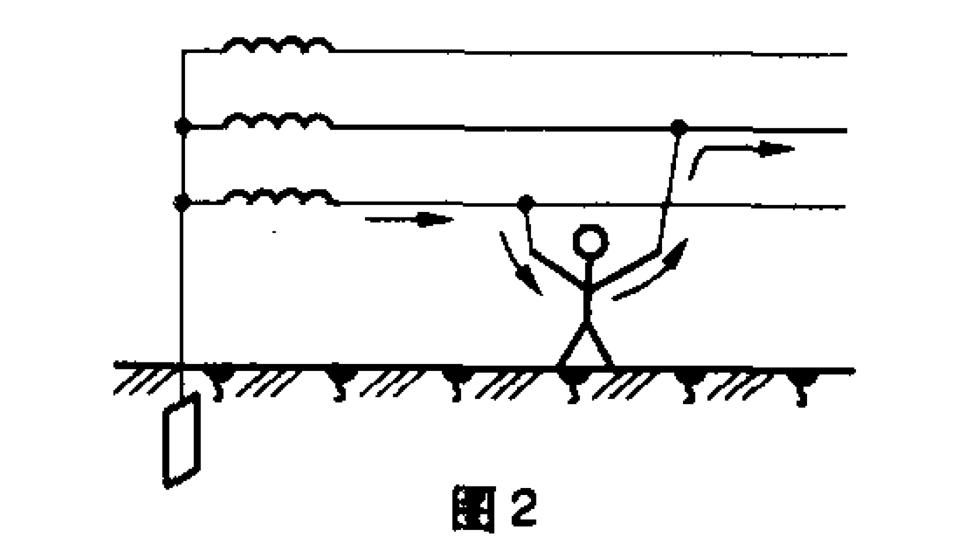


图2

间接触电是指电气设备在故障情况下，人体的任何部位接触设备带电的外露部分及可导电部分的触电电压或跨步电压形成间接触电，其后果严重程度取决于触电电压和跨步电压的大小。

(1) 金属外壳带电触电 电气设备因老化绝缘损坏或被过电压击穿等，致使其金属外壳带电而造成人体间接触电，如图3所示。

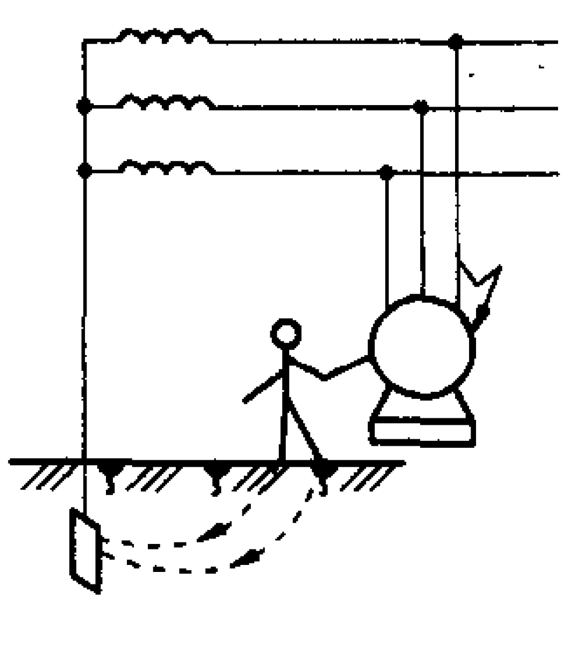


图3

(2) 跨步电压触电 高压电线及电气设备发生接地故障时，电流在接地点周围产生电压降，此时若人体在接地点周围行走，则两脚之间便会存在一定的电压，称作跨步电压，如图4所示。两脚之间的距离越大，跨步电压越高，由此产生触电事故。

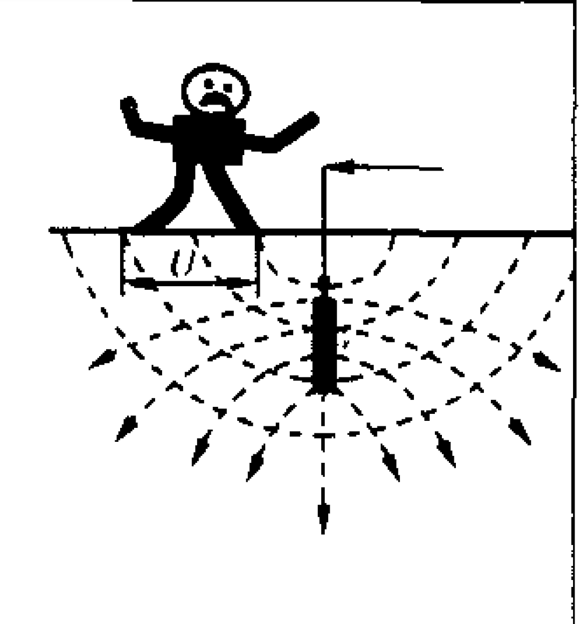


图4

3. 感应电压电击

由于带电设备的电磁感应和静电感应的作用，使附近已停电设备上感应出一定的电位。在超高压双回路及多回路网杆架设的线路较为严重，如图5所示，应特别注意被电击问题。

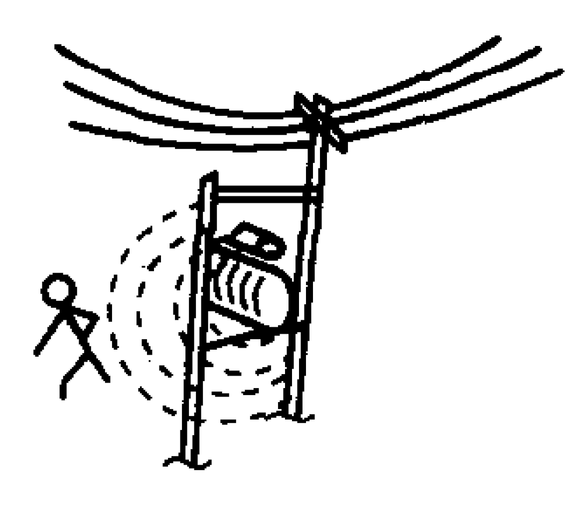


图5

4. 雷电电击

是自然界一种放电现象，多发生在雷雨之间，也有小部分放电发生在雷云对地或地面物体上，如图6所示。若人体正处在或靠近雷电放电区域附近，很可能遭到雷电电击。

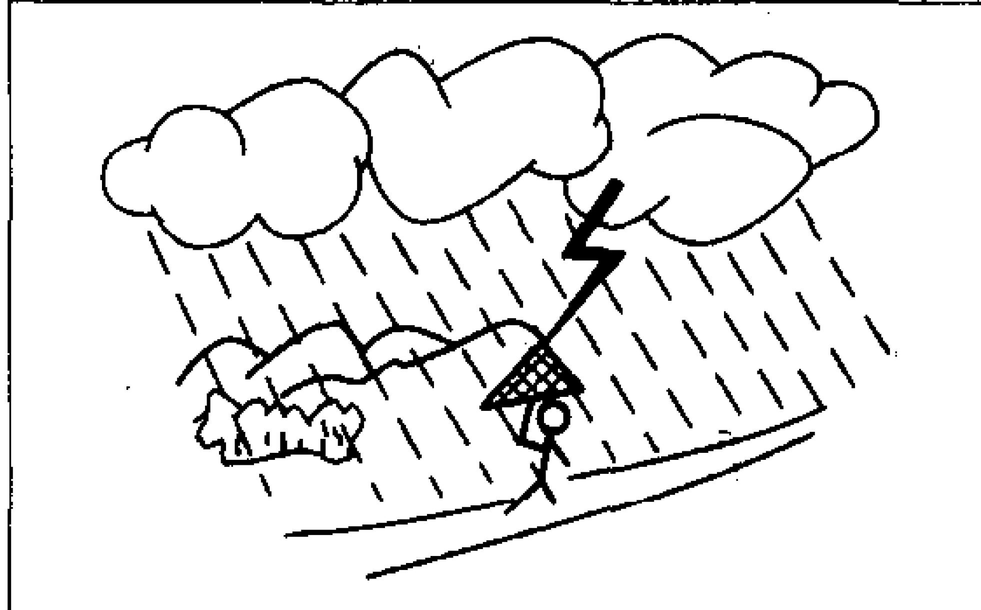


图6

5. 残余电荷电击

由于电气设备的电容效应，在刚断开电源后，尚保留一定的电荷，称残余电荷。人体触及时，残余电荷将通过人体放电，而形成电击，如图7所示。

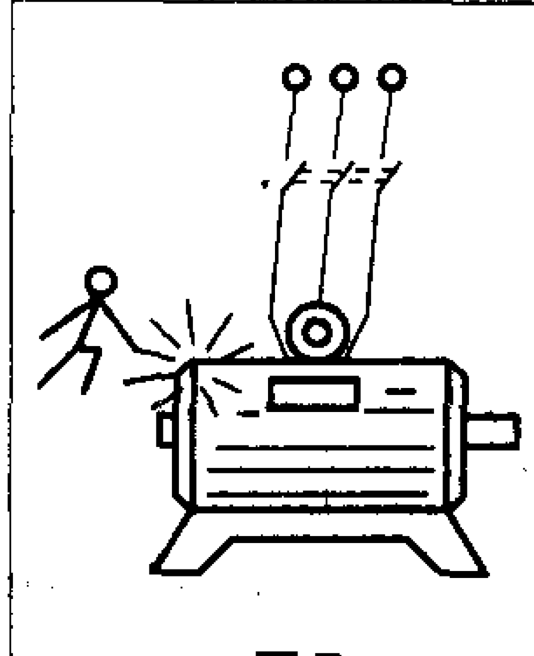


图7

二、触电程度与哪些因素有关

电流对人体的危害程度大小与通过人体电流强度、持续时间、电压频率、通过人体的途径及人体状况、环境条件等有关。

通常人体通过50mA以下的电流，一般不会造成电击，36V定为安全电压。若在金属构架上或潮湿场所工作，安全电压应降至24V或12V。可见通过人体的电流越大、持续时间越长、电压越高，对人体损害越大。电流通过心脏或脑部时对人体损害最为严重。电流对人身的伤害因人而异，每个人的电阻亦不一样。皮肤干燥时电阻大，潮湿、多汗及多损伤时电阻小。干燥时人体电阻多在10k Ω～100k Ω。例如女人比男人，老人比青壮年，小孩比大人，瘦者比胖者，在同样电流下受的伤

巧招妙制多用感应测电笔

文 / 丁德勤

本文介绍的多用感应测电笔不接触电线或接点就能测出其是否带电，使用起来既方便又安全。这种多用感应测电笔可以判断一般橡胶或塑料电缆的断芯并寻找暗线故障。

电路见图1，印制电路板见图2，感应测电笔是利用场效应管输入阻抗极高这个特性设计制作的。栅极从空间电场感应到被测信号后，经一级放大后用发光二极管显示出来。R1是场效应管的负载电阻，阻值可根据管子电流适当调整，要求源、漏间的电压 U_{sd} 在无感应信号时略低于0.7V，三极管VT2刚好截止，发光二极管VD不亮。R2是发光二极管的限流电阻，将电流

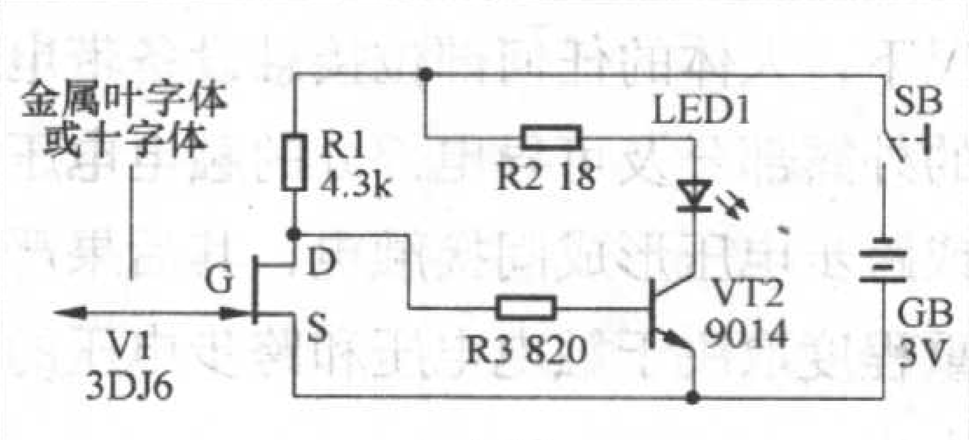


图1

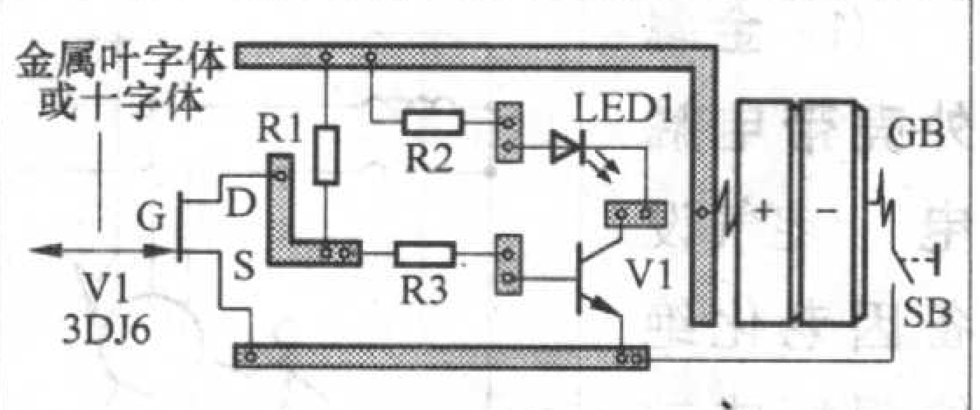


图2

限制在15～20mA的额定值之内。测电笔的外壳可以用市面上原有的成品试电笔组装。

组装时须使场效应管的栅极尽量远离其他元件，最好悬空不接触任何部件，因为它相当于一根天线，用来感应周围的电场。如果要想测电笔的灵敏度高一点，可以在栅极加焊2 5 mm～4 5 mm长的短线，这时测电笔可以在距被测交流电源线0.4m处测出它是否带电。假如要测定电线芯的断头位置，只要给被测芯线通以220V市电，将此测电笔靠近被测线，使发光二极管发光，再沿着该线长度方向逐步移动，一边移动，一边检查。发光二极管熄灭的地方就是断芯的部位。

害更大。直流电流、高频电流、脉冲电流及静电电荷对人体有伤害作用，其伤害程度较工频电流要轻。25～300Hz的交流电，对人体的伤害最为严重。

三、触电的防护措施

为防止带电体绝缘损坏或电气设备的金属外壳因故漏电导致的触电事故，应采取相应措施以达到防患于未然。

1．保护接地

保护接地是指把电气设备的金属外壳或金属构架通过接地装置与大地连接，如图8所示。图8（a）是无保护接地，外壳带电时，人体接触外壳即发生单相触电。图8（b）装有保护接地，由于接地电阻不超过4Ω，电动机外壳对地电压接近于零，人体接触金属外壳时不会有危险。

2．保护接零

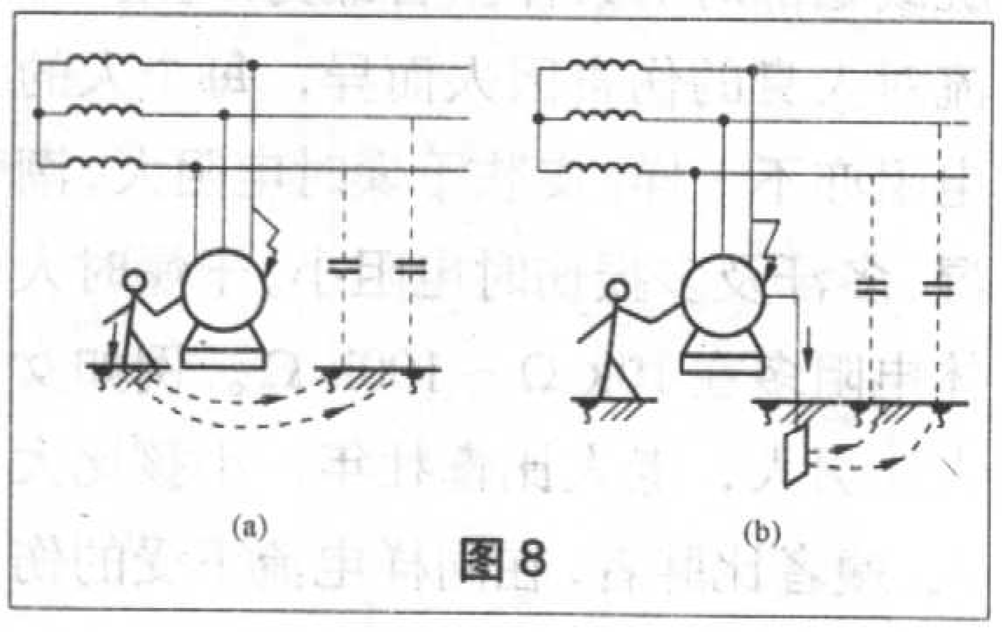


图8

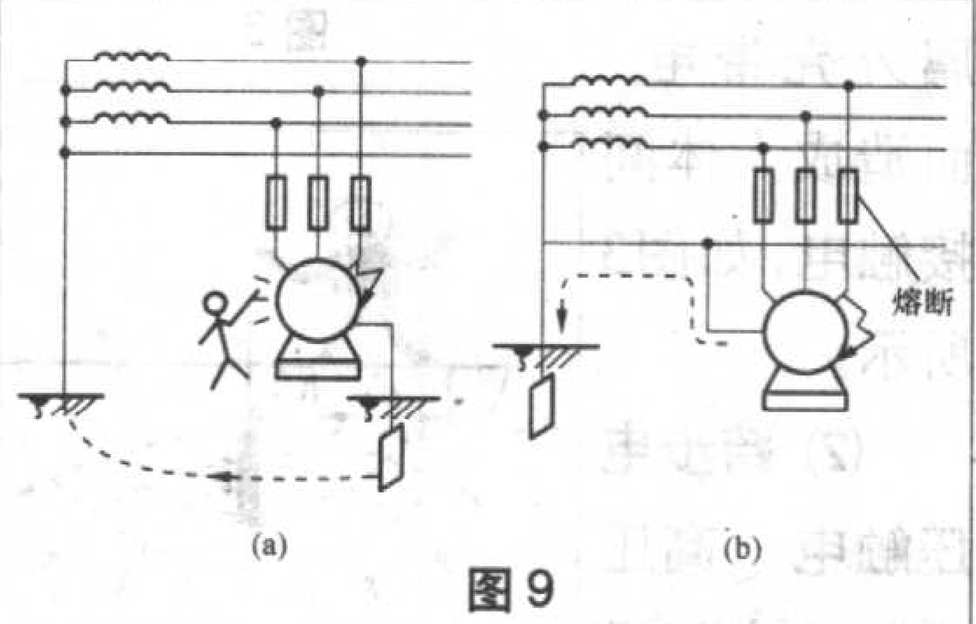


图9

保护接零是指电源中性点接地的三相四线制供电系统中，将电气设备的金属外壳与电源零线相连，如图9所示。图9（a）是电气外壳接地而未接零线，若外壳带电，电流是通过两个接地电阻构成回路，此时外壳将带有1/2相电压，人体接触外壳时将会触电，且很危险，若采用保护接零则可避免触电。图9（b）是电气外壳接到供电系统的零线上，若外壳带电，形成电源与相对中性点短路，将出现很大的短路电流，将熔断器熔断或使自动开关动作，切断电源确保安全。

3．重复接地

在中性点接地系统中，除变压器中性点接地外，必须在零线的多处重复接地。否则，只有变压器中性点接地，一旦出现接地断开或其他处有断线情况，则在断线处后面的电气设备就变成了中性点不接地，如图10所示。此时，即便采取了保护接零措施，电气设备外壳带电时还会有1/2相电压，仍会导致触电事故。

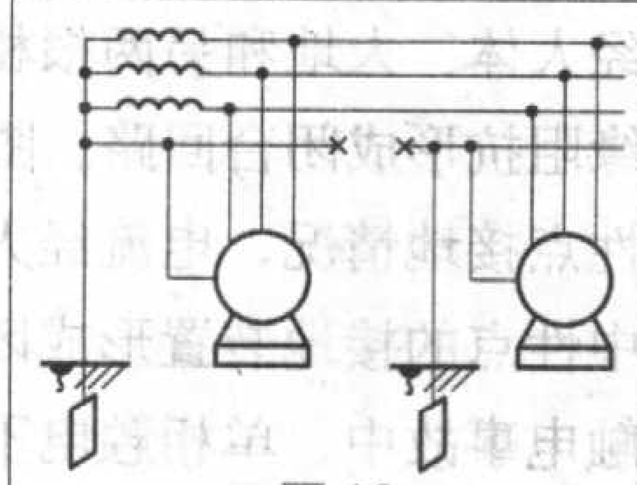


图10

4．单相保护接零

电气设备功率较小并有金属外壳（如电风扇、电炒锅、电冰箱、洗衣机等家电），通常使用三脚插头和三孔插座，其中有电源的两个接线端：相线（俗称火线）L和中线（又称零线）N，而第三个孔座和插脚头是零线，起接零保护作用，其正确接法如图11所示。应注意，火线和零线及保护零线接法必须正确。

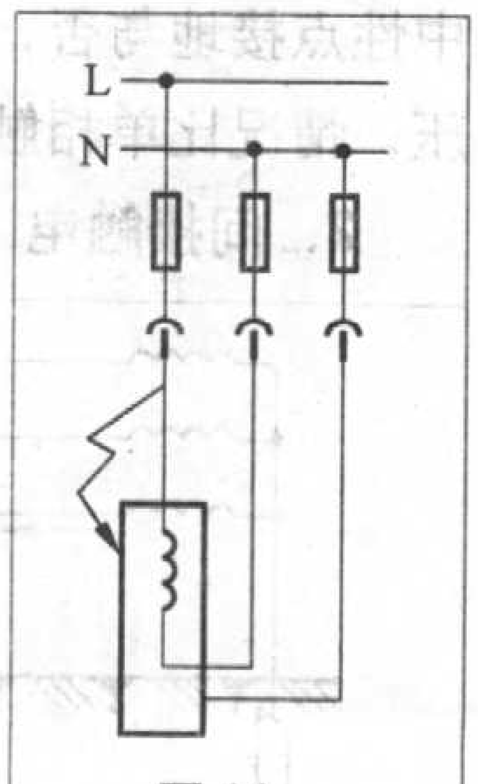


图11

防雷防过压的新型家用漏电断路器

文/徐海洪

夏天是雷电频繁的季节，每一次雷电过后，总有不少家庭的电器受损，特别是农村，经常是只要有雷击就大范围的电器受损。雷电入侵电器设备的形式有直击雷和感应雷两种。雷电直接击中线路并经过电器设备入地的雷击过电流称为直击雷；由雷闪电流产生的强大电磁场变化与导体感应出的过电压、过电流形成的雷击称为感应雷。感应雷可由静电感应产生，也可由电磁感应产生，形成感应雷电的几率很高。农村的电力线都架设在野外，很容易遭到雷击。同时，在农村，由于接错线、零线中断，也经常会出现380V线电压入户的情况，使大范围的电器受损。而农村家庭一般不可能安装专用的防雷和防过电压设施。同时农村家庭大都没有专用的地线，即使有少数家庭有地线，也达不到标准。雷阵雨的持续时间大都在30～90分钟，一次雷阵雨有很多次雷击。雷电有一个由远到近、由弱到强的过程，220V电源供电线路上的雷电感应电压也有一个由低到高的过程。在雷电的强度还达不到伤害电器设备的程度之前切断电源，就可以保护家用电器。

本新型家用漏电断路器设计相当简洁。只需在现有的家用漏电断路器基础上，加装一个压敏电阻，无需对现有家用漏电断路器电路进行大的改动。同时本电路工作时，不需使用地线，可在农村家庭直接使用。其基本原理是，家用漏电断路器接在电力线的进户处，平时起漏电保护作用，当有雷电或电压过高，超过设定值时压敏电阻导通，相当于按下漏电试验开关，使漏电断路器动作，电路断开。

本新型家用漏电断路器具有以下特点：

1．无需地线：适合广大农村家庭安装使用。

2．成本低廉：对于新生产的家用漏电断路器，只需增加一个压敏电阻。成本极低，只增加2～3元。

3．性能可靠：原有的家用漏电断路器已经过时间的考验，性能稳定可靠。新加装的元件不改动原有线路，当压敏电阻动作时也相当于按下漏电试验开关，对原有的性能可靠性没有影响。在保护电路动作时，家用漏电保护器的动作时间小于0.1秒，不会对压敏电阻及限流电阻造成损害，因而可长期使用。

图1为原有家用漏电断路器的电路图。图2为新型家用漏电断路器的电路图（虚线部分为新增加的元件）。

压敏电阻的取值：居民用电为相电压220V，其峰值为220/0.707=311V；线电压为380V，其峰值为380/0.707=537V。再考虑到农村的电压波动较大，压敏电阻取400V（也可根据不同保护要求进行取值）。

220V电源首先经过主开关SA，再经过零序互感器L1后输出。零序互感器L1测量经过零序互感器L1的火线电流 *I*1 和地线电流 *I*2 是否相等。正常情况下两者相等，电子组件板DZ不动作。当漏电发生时，由于一部分电流经大地构成回路，导致 *I*1 和 *I*2 不相等。此时，零序互感器L1发出信号给电子组件板DZ，当电子组件板DZ接收到信号后，控制漏电脱扣器L2动作，带动主开关SA断开电路。当按下试验开关SB时，电阻R上有电流 *I*3 通过，使 *I*1 和 *I*2 不相等，模拟漏电发生，用于试验漏电保护器是否能正常工作。

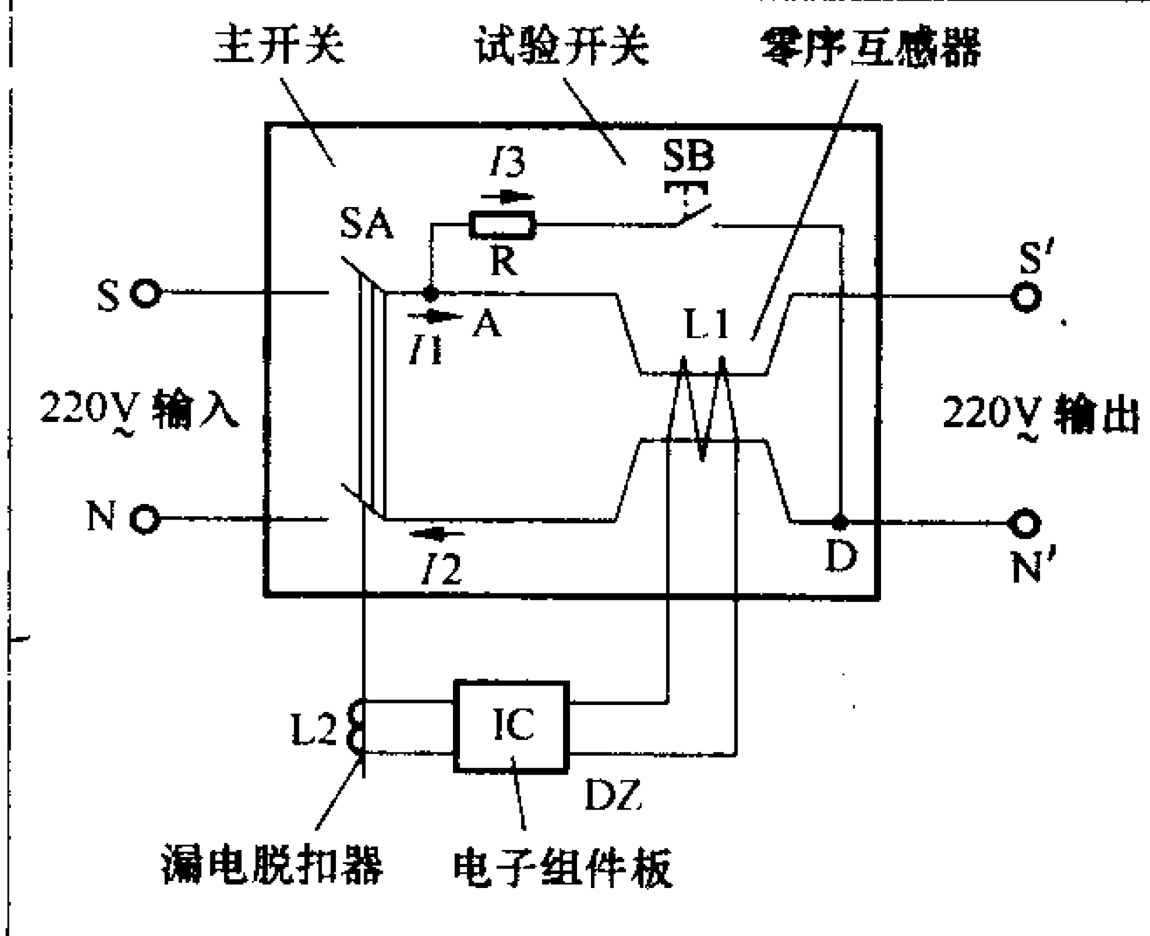


图1

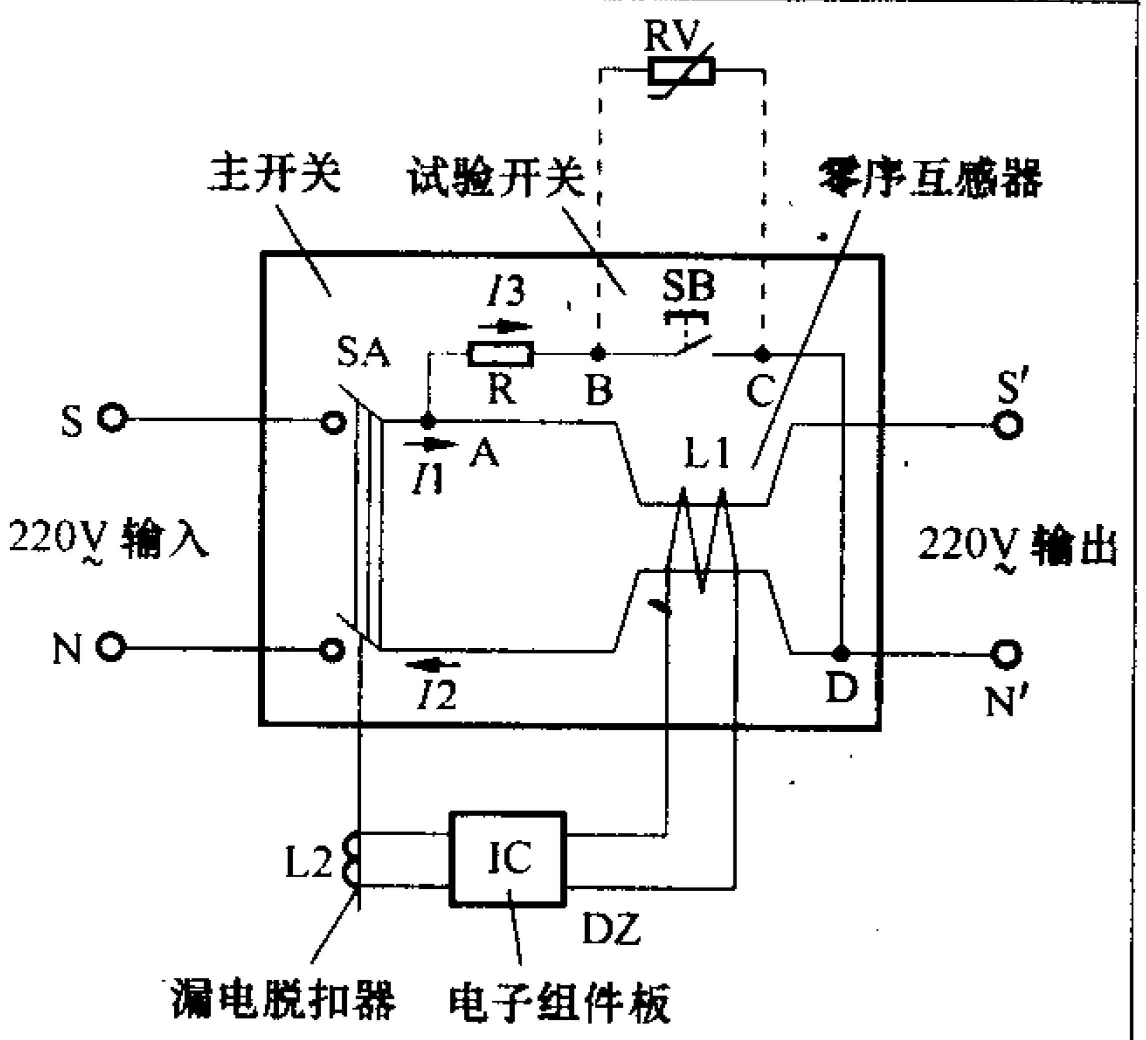


图2

当电源输入低于设定值时，压敏电阻RV不导通，相当于开路。当有雷电或电压过高，超过设定值时压敏电阻RV导通，相当于按下漏电试验开关SB，零序互感器L1发出信号给电子组件板DZ，使漏电脱扣器L2动作，带动主开关SA切断电路，达到保护家用电器设备的目的。

常备工具、材料及其应用

文/林文彬

技术行业有句行话："三分技术，七分工具"，说明了合适的工具在处理、解决问题中的作用和重要性。作为家庭，备用工具、材料是为了及时、有效地处理日常生活中可能出现的一些故障，宜选配优质多功能型的、小型的、组合型的工具。

一、常备工具及应用

测电笔：传统电工测电笔的头部都是小号一字阔口型的，测电端金属杆长度的70%被模压在透明的绝缘体中。测电原理是：交流220V的火线经测电笔的金属杆、电阻、氖气管、弹簧、金属帽与人体（手）构成感应回路，使氖气管发光。万一氖气管坏了就不会发光，用它测电容易发生误判。所以测电笔一定要在有电的线路上验明功能正常后才能投入测电使用，以保障人身安全。测电笔不可当改锥用，否则单薄的绝缘体容易开裂。

一字批：电工用一字批宜选用优质透明亚力克或塑料手柄的；木柄的因其结构及木质的吸水率对安全保障度不高，尽量不要用，劣质钢材的不要用。选用一字批的大小，以一字批头部的厚度与螺丝槽的宽度相配为准。使用过程中要保养好头部的棱角及手柄端部的圆滑，忌用榔头锤击。在金属杆1/2长度（杆的上部）穿上ϕ6.5mm的热缩管（电工专用的就不用了），用火熏一下作局部绝缘防护处理。

十字批：由于十字螺丝槽受力大、均匀，现在很多螺丝都改用发黑螺丝十字头槽（自攻型）。它仅仅头部和一字批不同，头部有磁性的更好，没有磁性的只需在磁铁上放一会就有磁性了，方便定位，使用率高。有些要求和一字批相同。

钢丝钳（老虎钳）：利用钳口前端、中端的上下防滑板刺条，后端的剪切口及上下侧切口实现绞线、紧固、拉线、切线的功能。虽在其他工种里都有应用，但在电工里，凡是有绝缘手柄的，尤其注意手柄绝缘套（耐压为500V）的安全完好程度。在ϕ1.5mm线径以上导线中使用较多，如遇钳口开合不灵活可在关链处加些煤油处理。

尖嘴钳：比钢丝钳小巧灵活，由于嘴尖，可以伸到我们手够不到的地方，如夹缝、线管口，对小线径也有切线、剥线、绞线的能力。

断线钳（斜口钳）：是专用工具，手柄绝缘套耐压为1000V。它的特点是最前端就是剪切口，张口大，剪切力强。特别适合空间小，一般工具用不上的地方，如线盒中的导线接头。

剥线钳：是专用工具。可用于ϕ2.5mm线径以下导线的自动剥线，干净、利索，不伤线。但必须对应于相应线径规格的导线剥线槽孔。

电工刀：电工刀主要用来开塑料护套线，因此刀要正反两面对称开口才不容易偏向伤线。刀刃根部的缺口是专门刮、勒处理线芯表面使其光亮整洁的。用刀剥线时不能使刀刃与导线垂直割一圈拉开，这样的芯线容易受伤，多折几下容易折断，并减少有效横截面积。应该使刀面与导线成较小的锐角剖削导线绝缘层。正宗电工刀的刀刃钢质很好，很锋利，可轻易削木块、塑料，所以一定要小心伤手。

电烙铁：家庭用电可配置一把20W内热式电烙铁，用作简单电路的焊接。焊接时最好使用带松香的焊锡丝。

烙铁架：弹簧支架便于烙铁的插放、散热，并可调节角度，盒内可放松香和焊锡丝。

圈尺：3m圈尺。用于丈量尺寸，便于计划、估算材料。

錾口榔头：小巧，方棱直角，可满足一般钉、敲、锤、打，如安装护套明线。

二、常备材料及应用

绝缘鞋（橡胶底）：在检查或维修家庭供电线路时，备一双不常穿、干燥、完好、厚实点胶底的鞋。在人体不触及墙体的情况下，万一人体一处带电，不让电在人体的第二处有对地产生回路的条件。

电工绝缘胶带：用于常规连接线的包扎绝缘，大于接线段全程。包扎时顺时针斜向大于90°叠层绕向到头（后层叠过前层宽度的1/2），然后再顺时针反向绕到原位；若是接线头，到头再绕过些，将多余部分折过来再顺时针反向绕过一段。包扎要求结实、平整，不能松散、粗大。

测试灯（挑灯）：是由插口灯泡、插口灯头、导线自制构成的。检查电气设备外壳是否带电，可用测试灯一端接设备外壳，一端接零线或保护接地（如常规的电热水壶就发生过测试灯竟然能正常发亮，而不是感应电的事故现象），若出现测试灯发光，说明设备严重漏电，也可利用测试灯寻找回路线作参考。

热缩管：用ϕ2.5mm～ϕ8mm之间各种规格的热缩管，可以替代电工绝缘胶带，比用绝缘胶带的接头密封绝缘更好，外观干净、整洁，非常适合家庭使用。如上面线盒内导线焊接后就可用热缩管作多层绝缘，用家用热吹风机热缩，若是接线头，头部热缩后可用尖嘴钳加压封口。

图说三相正弦交流电路

文/杨国治

三相正弦交流电是工农业生产和人们生活的主要动力源泉，更是电工电子学习中的重要部分，应熟悉掌握的基础知识。

1. 三相交流电的产生

三相交流电是由三相交流发电机产生的，它提供三个频率相同、振幅相等、相位上互差120° 的正弦电动势、电压和电流。三相交流发电机是由定子和转子组成，如图1 (a) 所示。沿转子圆周表面的磁感应强度是按正弦规律分布的。定子铁心内嵌有三个结构相同、彼此独立、在空间位置上互差120° 的三相绕组。三个绕组的始端分别标以U1、V1、W1，末端标以U2、V2、W2，分别称为U相绕组、V相绕组和W相绕组。

当用原动机（如汽轮机、水轮机、柴油机等）带动三相发电机的转子逆时针方向作等速旋转时，各相绕组依次切割磁力线感应出三个频率相同、幅值相等、相位互差120° 的三相正弦电动势，如图1 (b) 所示。它们的三角函数表达式为

$$e_u=E_m\mathrm{Sin}\ \omega t$$

$$e_v=E_m\mathrm{Sin}(\omega t-120°)$$

$$e_w=E_m\mathrm{Sin}(\omega t-240°)=E_m\mathrm{Sin}(\omega t+120°)$$

其波形图和相量图如图2所示。图中三相电动势达到峰值的顺序

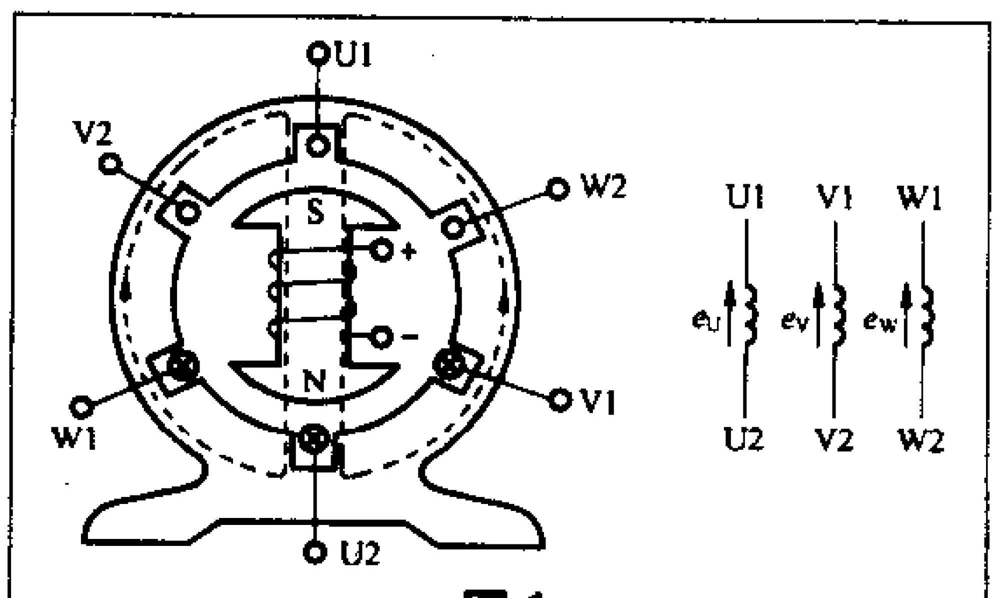


图1

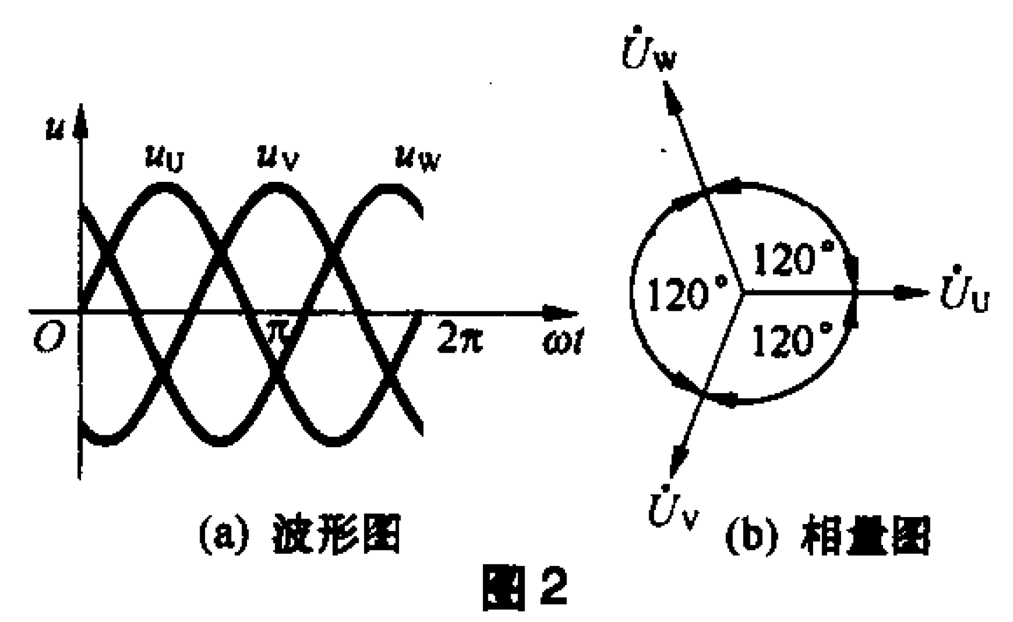


图2

是$e_U \to e_V \to e_W \to e_U$，简写为U→V→W→U，这样的相序称为正序，在三相电源的裸铜排上，分别用黄、绿、红颜色表示；若相序为U→W→V→U，则称负序。三相电源的相序一般是指正序。

2. 三相电源

三相电源是将发电机或电力变压器的三相绕组接成星形(Y)或三角形(△) 后再向负载供电。

(1) 三相电源的星形连接 (Y接)

将发电机的三相绕组末端U2、V2、W2连接在一起，而始端U1、V1、W1作为与外电路相连接的端点，称这种连接为星形连接，如图3 (a) 所示。好比三个人的三只左手握在一起，三只右手与外界联系，如图3 (b) 所示。

三相绕组末端的连接点N称“中性点”，从中性点引出的导线称为中性线。当中性点接地时，该点就称为零点，从零点引出的导线称为零线。自U1、V1、W1引出的三根线称为相线或端线，俗称火线。

有中性线的三相电路叫做三相四线制，这种供电方式可提供380 V线电压和220V相电压，两者关系将为$U_{线}=\sqrt{3}U_{相}$，且线电压超前相电压30°。无中性线的三相电路叫做三相三线制，只能提供380V线电压。

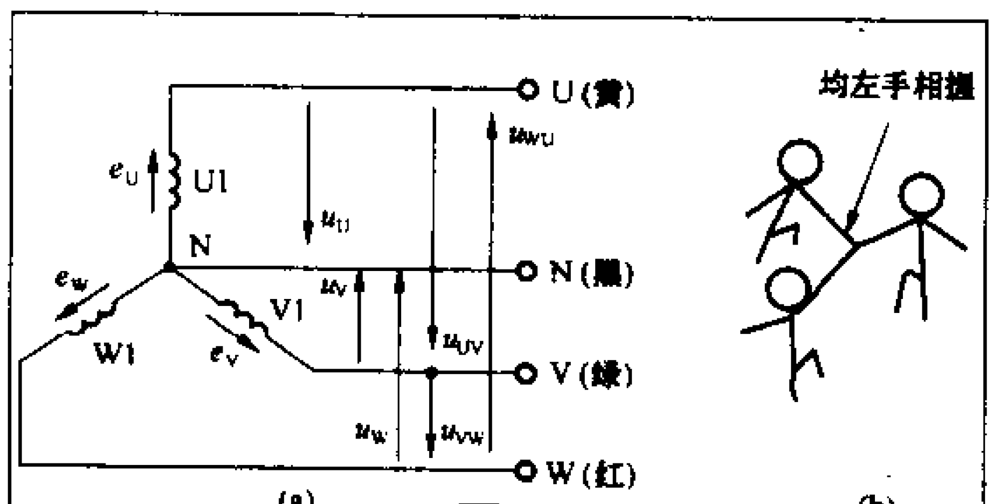


图3

(2) 三相电源的三角形连接(△接)

把各相绕组的首端和尾端依次相连，即U2与V1、V2与W1、W2与U1相连，如同三个人左右手依次握在一起，如图4所示。三角形连接的电源只有三个端点，没有中性点，只能引出三根端线，提供380V线电压，称为三相三线制。相线之间电压等于每相绕组上的电压。若有一相接反，三相电动势之和不再等于零，将会烧坏绕组。

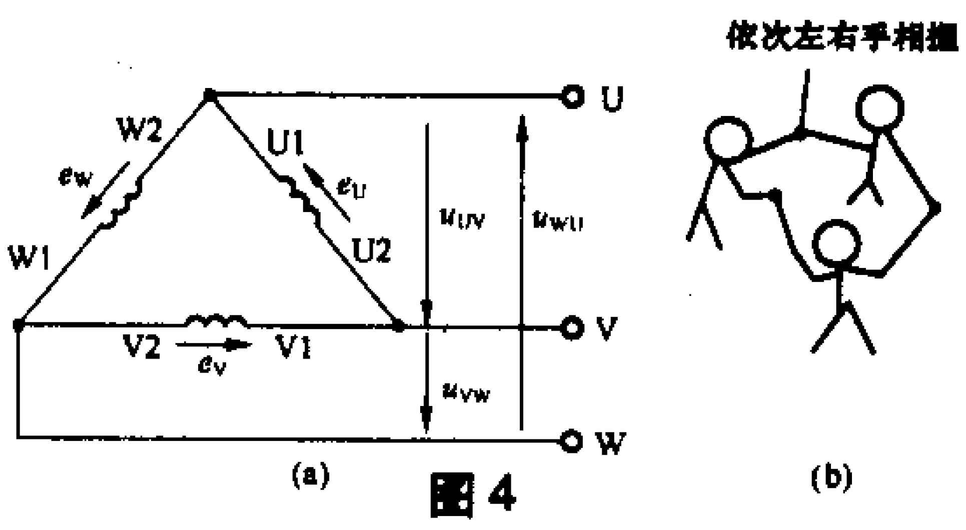


图4

3. 三相负载

三相交流电路的负载连接也有星形连接和三角形连接两种，负载的连接方式由负载的额定电压决定。

(1) 星形连接的负载

① 三相四线制

在实际生产和生活中的用电负载，一类是必须接入三相交流电源才能正常工作的负载，如三相电动机就是典型的三相负载，若三相阻抗完全相等，则称作三相对称负载，由单相电源供电就能正常工作的负载，如电灯和家用电器等，它们接在三相电源上，各相阻抗可能并不相等，称作三相不对称负载。在设计和使用时应尽量按照平均分配的方式接入三相交流电源。因此，两类负载共存的区域应采用三相四线制的星形连接，如图5所示。

② 三相三线制

当三相负载对称时，中性线无电流，可将中性线去掉，成为三相三线制系统，如图6所示。

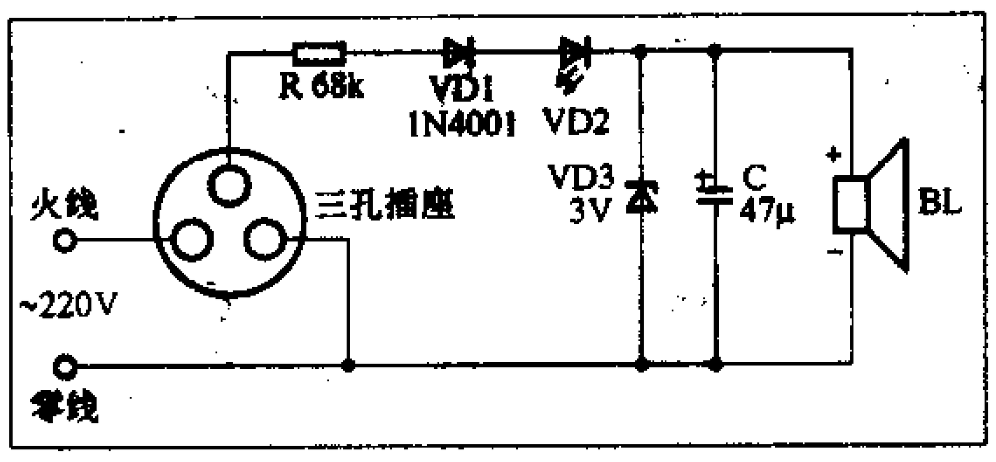
简易家用电器漏电报警插座

文/王泽纯

漏电报警插座电路如附图所示。当外壳带电的家用电器接入三孔插座时，漏电电流便会通过三孔插座的火线孔、电器外壳、三孔插座的接地孔、报警器电路和零线构成回路。漏电电流通过限流电阻R、半波整流二极管VD1后，使超高亮度发光二极管VD2发光，与此同时，漏电电流通过稳压二极管VD3，经电容C滤波后，在它两端输出3V直流电压，使BL得电工作。BL（YMD--12095–2）为一种自带音源的微型直流音响器，在获得工作电压时，将一直发出四声间断、和传呼机声音相似的音频提示声，提醒用户对电器及时断电进行检查维修。

VD3选用3V、1/2W的稳压二极管，电阻R可采用1/2W的碳膜电阻器，BL用YMD–12095–2型、工作电压为3V自带音源的微型直流音响器。其余元器件无特殊要求，按图中标示值选用即可。

经笔者实际测试，该漏电报警电路的报警电流小于0.3mA，低于国家规定的漏电安全标准。



制作时，采用绝缘材料及三孔插座制成一个底座盒，将报警电路焊装在盒内，并注意在盒面板上为VD2和BL分别开出发光、放音孔。为增大音量，使用时，可在BL上加一个简易助声腔。使用时，三孔插座火线与零线的位置不可接反。使用普通插头的家用电器，应改成与插座相应的三芯插头，并将该电器金属外壳接插头内的地线(非零线)端。

此电路只要元器件良好，不用调试就能正常工作。

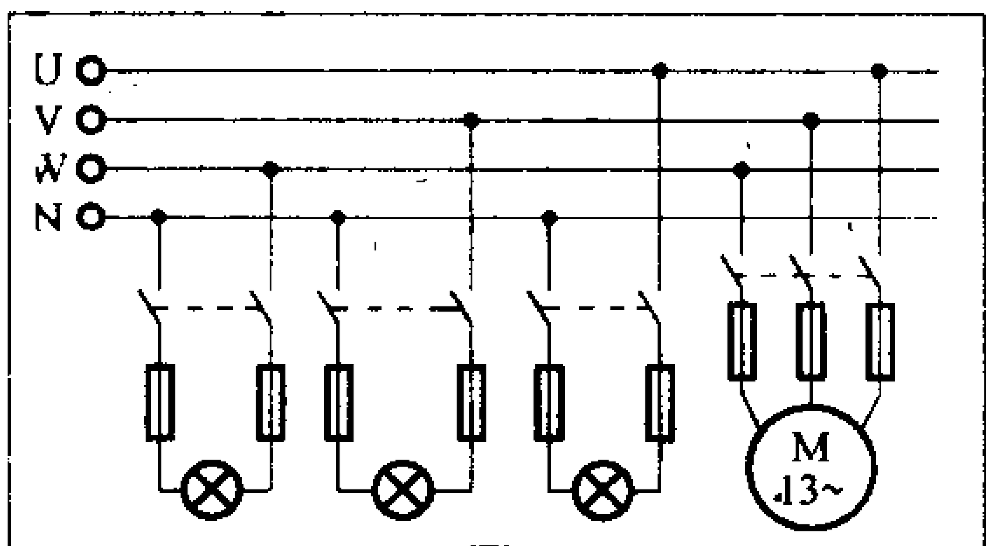


图5

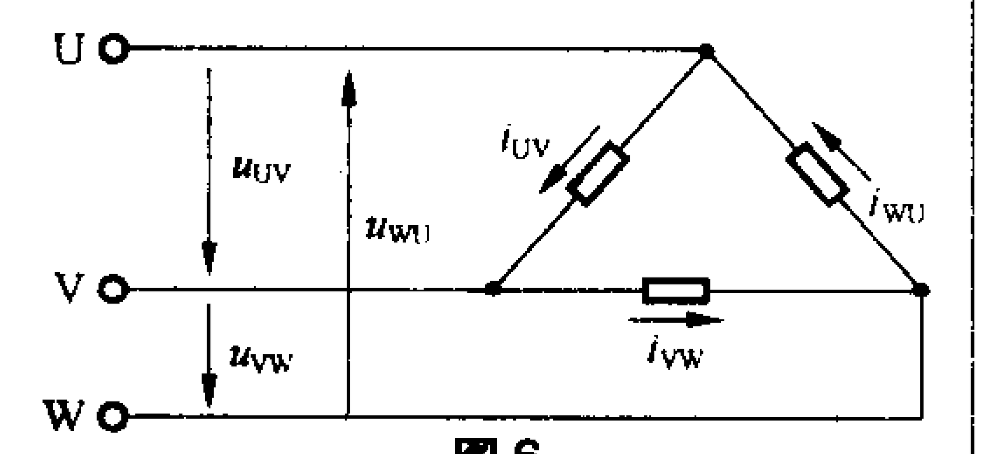


图6

③ 中性线的作用

中性线的作用是使作星形连接的三相不对称负载的相电压保持对称。当某相负载发生短路故障，如一幢居民楼某单元住户用电设备发生短路，导致该相熔断丝熔断，则造成整个单元停电，而其他两相上的用户供电却正常，这就是人们常见的停电现象，如图7所示，这正是设置了中性线给予的保证。

当中性线断开，各相电压就不再相等了，阻抗较小的相电压低，阻抗大的相电压高，如图8所示。当开关S断开（即已关灯），由于中性线存在，其他二相白炽灯的相电压仍为电源的相电压220V，灯泡正常工作。若中线断路，就变成U相和W相白炽灯串联后接在380V线电压上，其中U相白炽灯比W相多，则等效电阻较小，U相白炽灯分得的电压会低于额定电压而发暗；W相白炽灯分得的电压超过额定电压220V而特别亮。如长时间使用，W相白炽灯将烧毁，进而导致U相电路不通，其上白炽灯熄灭。因此，三相负载不对称的低压供电系统中，不允许在中性线上安装熔断器，以避免中性线断开造成事故。另一方面应力求三相负载平衡以减小中性线电流。

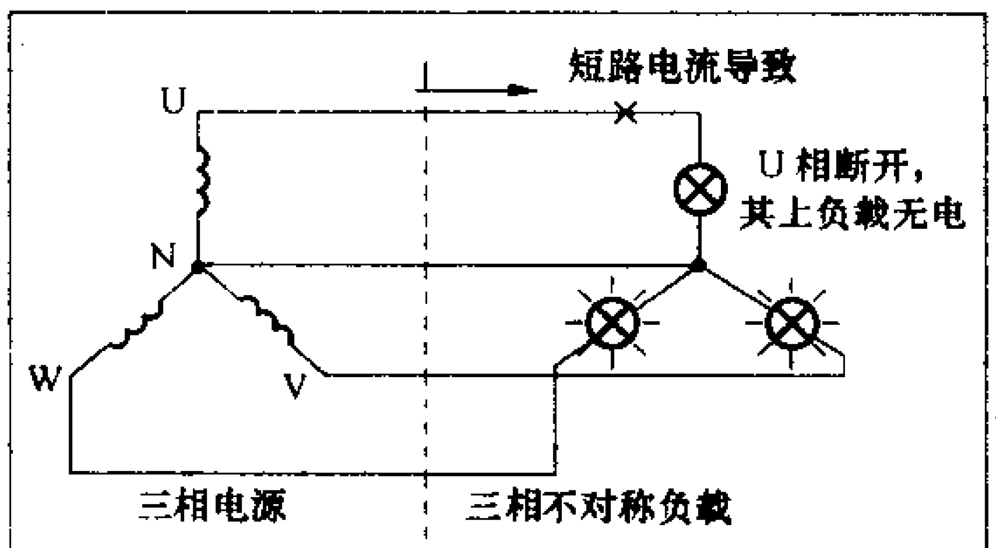


图7

(2) 三角形连接的负载

三角形连接的负载，是指半三相负载的首尾相连，再把三个接点与三相电源端线U、V、W相连，即构成负载三角形连接的三相三线制电路。负载三角形连接时，相电压对称。若某一相负载断开，并不影响其他两相的工作。如UV相负载断开时，VW和WU相负载承受的电压仍为线电压，其上负载正常工作。

三相负载对称时，线电流是相电流的$\sqrt{3}$倍，即$I_{线}=\sqrt{3}I_{相}$，且线电流滞后于相电流30°。

通常发电机都接成星形（Y）。三相变压器对用户来讲，也相当于电源，为适于三角形连接的负载，可将三相变压器绕组接成三角形（△），如图9所示，向三角形连接的负载供电。

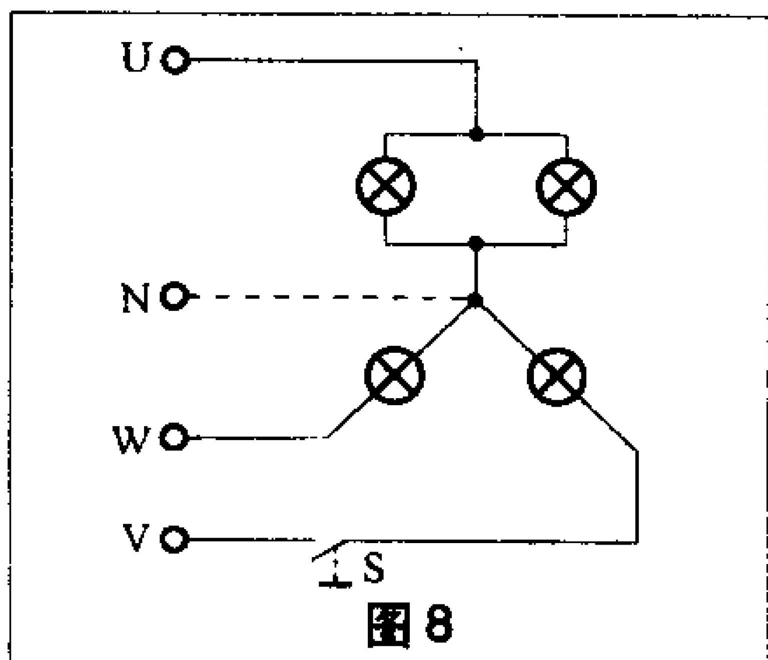


图8

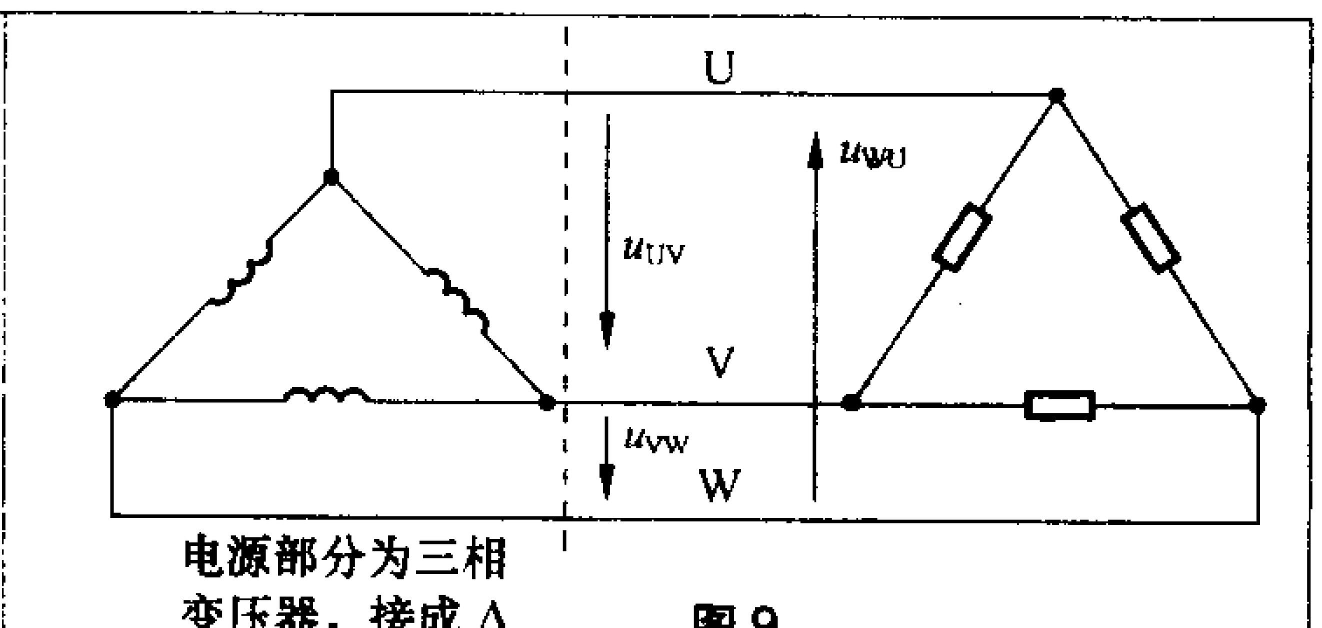


图9

低成本、微功耗、高灵敏自动限电控制器

文 / 丁德勤

图1为电路工作原理图，该电路最大的优点是无需电源变压器，由低压直流电源、控制电路、采样电路和执行电路组成。

220V交流电经R1、C1降压，VD1稳压、VD2整流和C2 滤波后向电路提供低压直流电压。当RL空载和负载较小时，三极管VT1截止，VT2导通，执行继电器K得电闭合，负载正常供电。当负载超负荷时，采样电感L两端的感应电压升高，经VD3、C3、RP和C4检波、滤波后使VT1饱和导通，VT2截止，继电器K掉电释放，RL负载断电。这时由于L两端电压为零，VD3反偏截止呈高阻状态，C3、C4的电荷经RP和VT1缓慢放电，形成延时。经几分钟后，VT1截止，VT2重新导通，继电器K再次吸合，电路自动恢复供电。如果用户的超额负载尚未撤除，电路将重复上述过程，直到用户的负荷恢复正常为止。电冰箱和彩电等家用电器启动电流为工作电流的3～5倍，这将超过控制器的限定值。RP和C4组成抗大电流冲击电路，用来防止电路误动作。

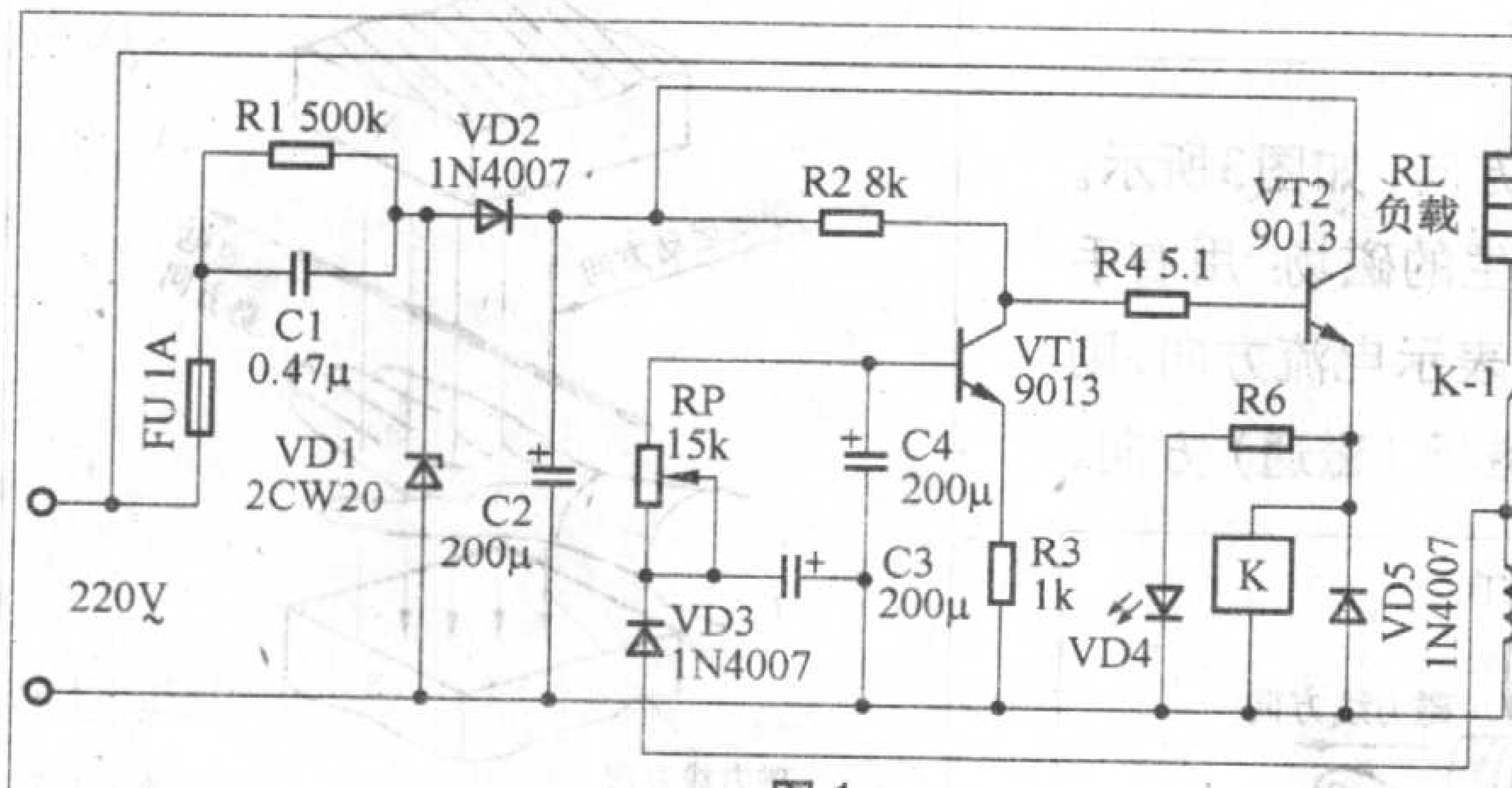


图1

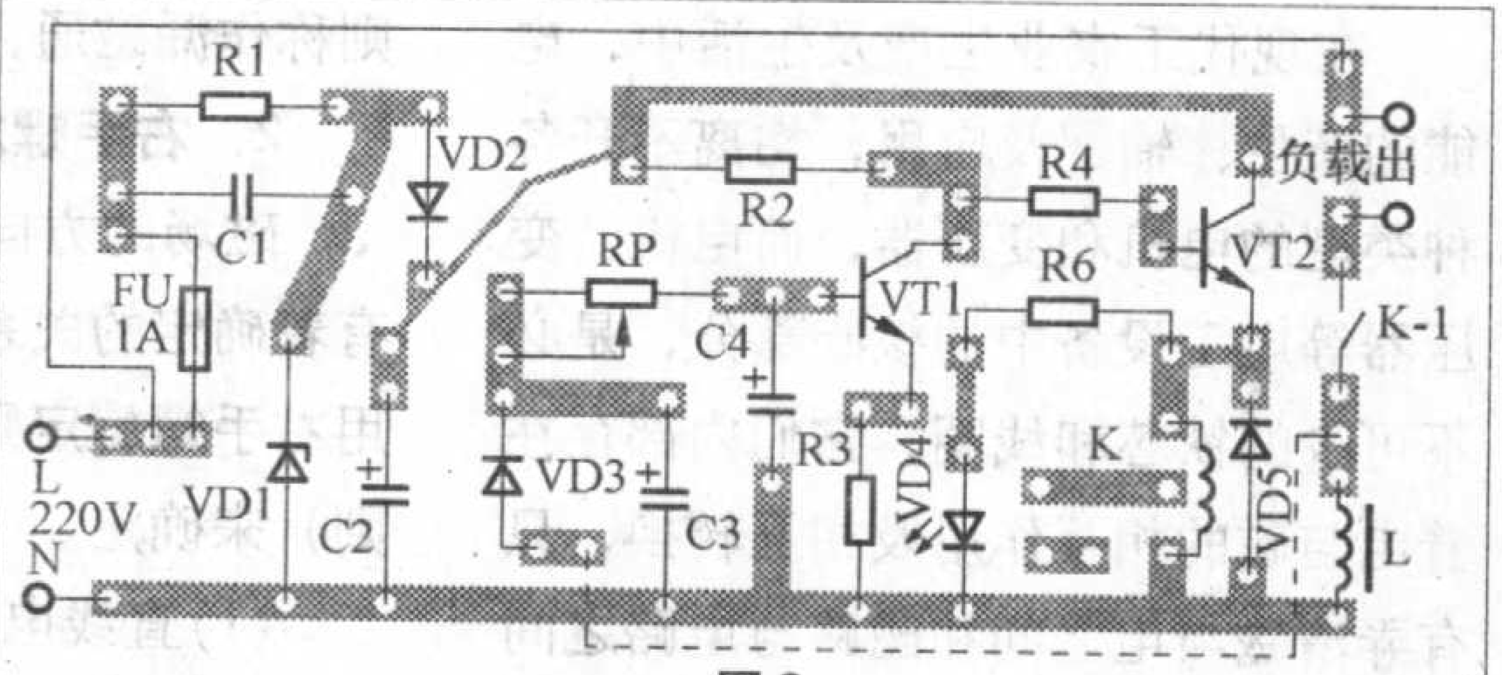


图2

用直径1～1.5mm的漆包线在1W电源变压器铁芯上绕制20匝制成L。K为小型中功率继电器JZC—21F型12V，触点电流为20A。VT1、VT2均为9013型号的三极管，RP用来准确地调节断电功率。VD4是发光二极管。其余元器件无特殊要求，只要按给定参数制作，断电的负载功率一般在50～2500W的范围内任意可调，该限电控制器耗电量极微，为0.1～0.2W。

电路安装无误，不需调整即可正常工作。由于电路板与市电相通，制作时注意安全。

若断电后再供电需经一段延迟时间才能恢复送电，这主要是根据用户的电冰箱的特殊需要设置的，可以通过R3进行调节使其值不小于5分钟延时。

图2是印制电路板图。

2005年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题答案（高中组）

（试题见2006年第2期）

一、1. 6.8 kΩ、±1%，270kΩ、±5%，0.15Ω、±10%，3.9Ω、±5%；2. 0.1μF，±20%；3. 3.3 nF；4. 1533；5. 线圈在磁棒上的位置，天线连上的微调电容器；6. 低；7. 高，低，电流；8. 减小，增大；9. 中频选频电路。

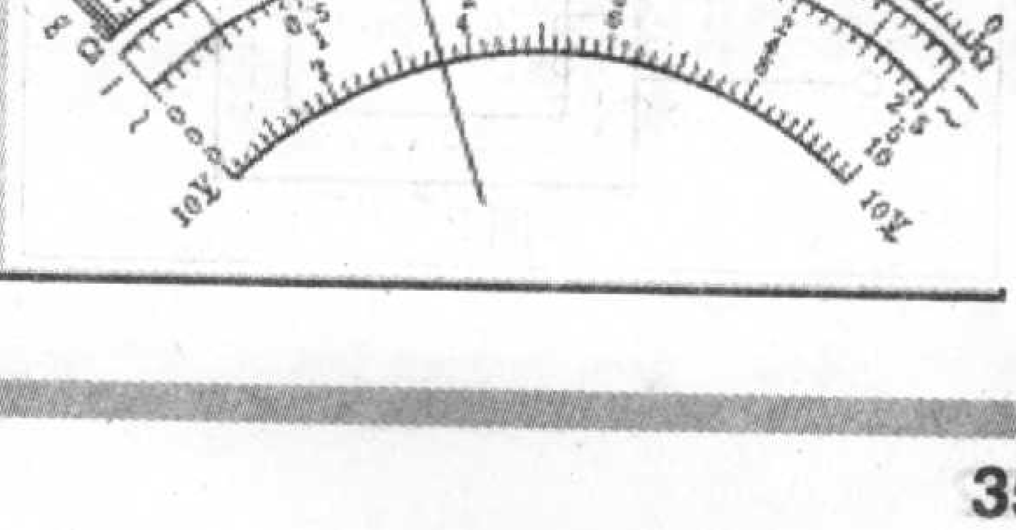
二、90μF，60μF，45μF，20μF，10μF，15μF。

三、1. 20Ω；2. 100 kΩ。

四、输入回路，变频级，中频放大级，检波，低频放大级，功放，AGC电路。

五、（见附图）1. 240 kΩ；2. 85mA；3. 17V；4. 3.6V。

六、1. VD1灭，VD2灭；2. VD1灭，VD2亮；3. VD1亮，VD2亮。



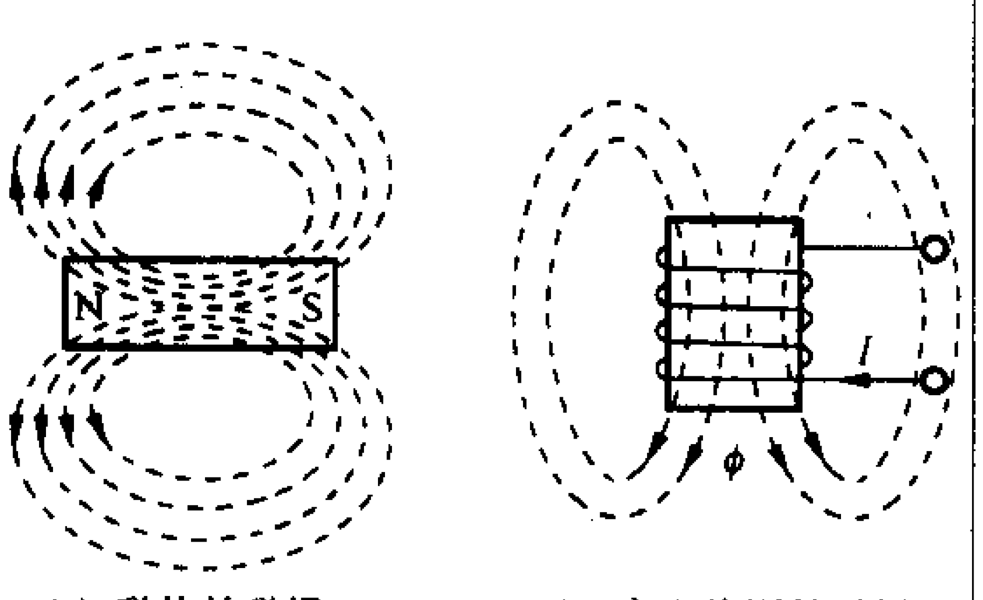
图说电磁感应

文/杨国治

在现代工农业生产及生活中，电能的产生、输配及应用，均离不开各种类型的电机和变压器，而电机、变压器等电工设备中的核心部分，是必不可少的铁芯和线圈，它们内部存在着电与磁的相互作用及相互转换，只有弄清磁与电之间和磁路与电路之间的关系，方能对电机、变压器及各种电工设备的使用维修得心应手。

1．磁场和磁路

磁体、运动的带电体或载有电流的线圈，其周围一定的空间都存在磁力作用，这种空间称为磁场，如图1所示。磁场用磁力线来表示。磁力线是互不交叉的闭合曲线，在磁体外部磁力线的方向是从N极到S极，而在磁体内部则是从S极到N极。



(a) 磁体的磁场　(b) 空心线圈的磁场

图1

磁通的闭合路径称为磁路，如图2所示。在电机、变压器及电磁铁等电气设备中，磁路是由铁芯和气隙组成，称主磁通，用Φ表示。小部分磁通不经磁路而在周围空气中形成闭合回路，

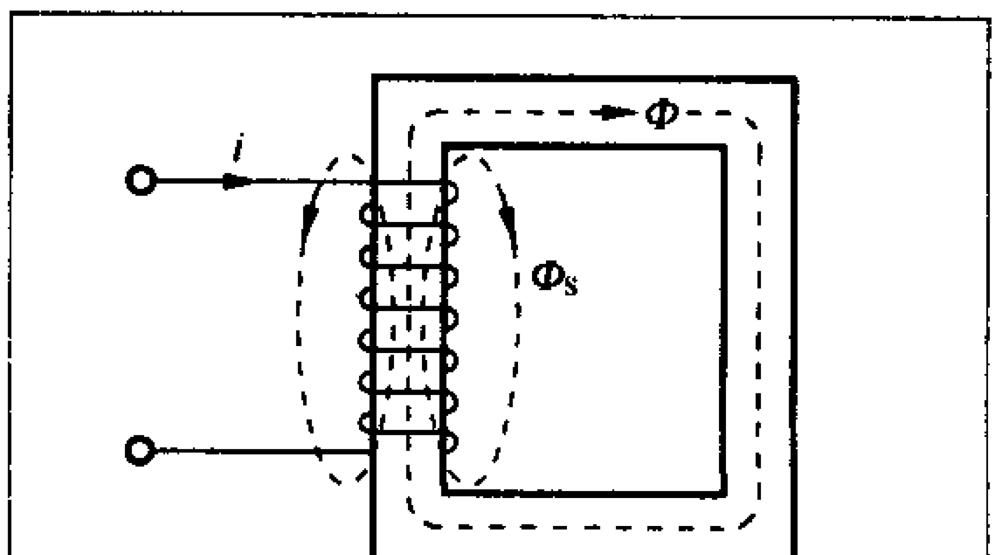


图2

则称作漏磁通，用Φ_s表示。

2．右手螺旋定则

磁场的方向与电流的方向有着确定的关系，这个关系可用右手螺旋定则（又称安培定则）来确定。

(1)直线电流的磁场：用右手握住直导体，拇指的方向表示电流的方向，弯曲四指的指

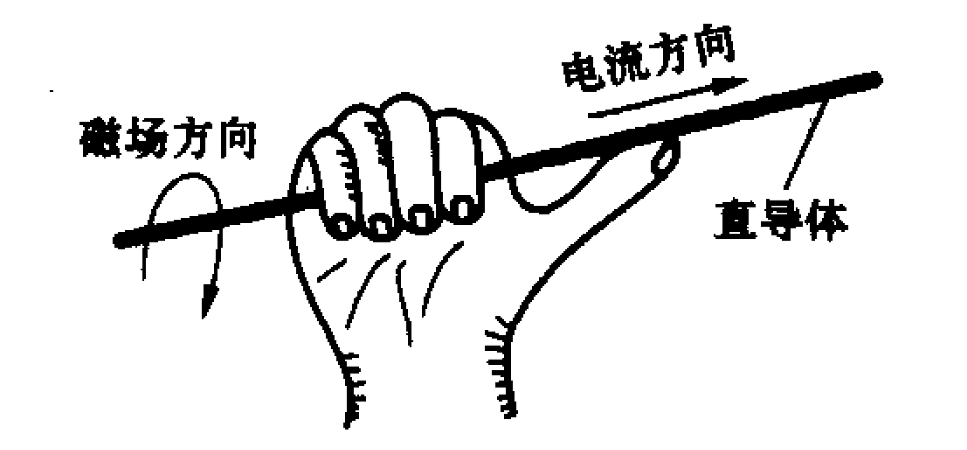


图3

向就是磁场（磁通）方向，如图3所示。

(2)环形电流产生的磁场：用右手握螺线管，弯曲四指表示电流方向，则拇指所指方向即是磁场（磁通）方向，

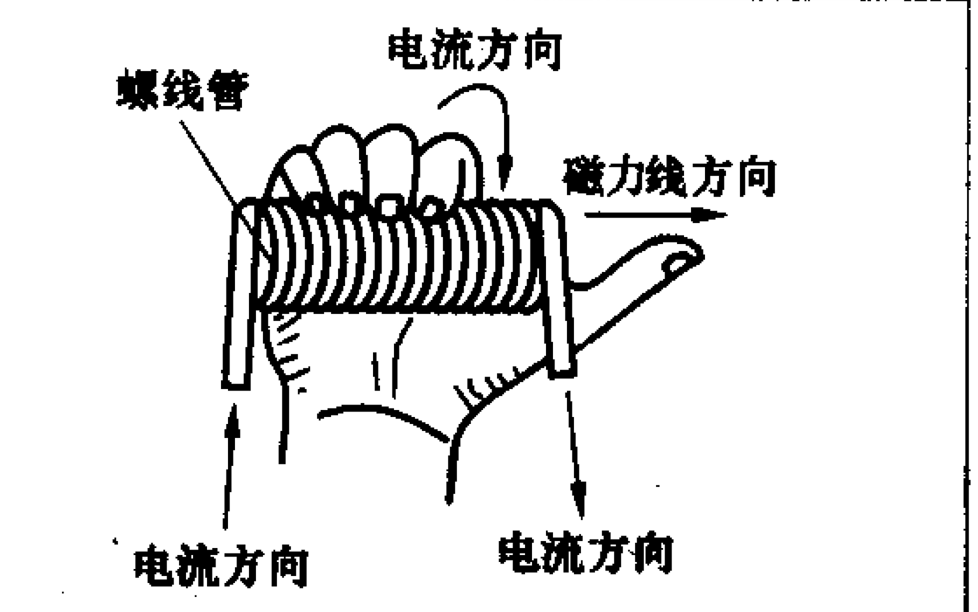
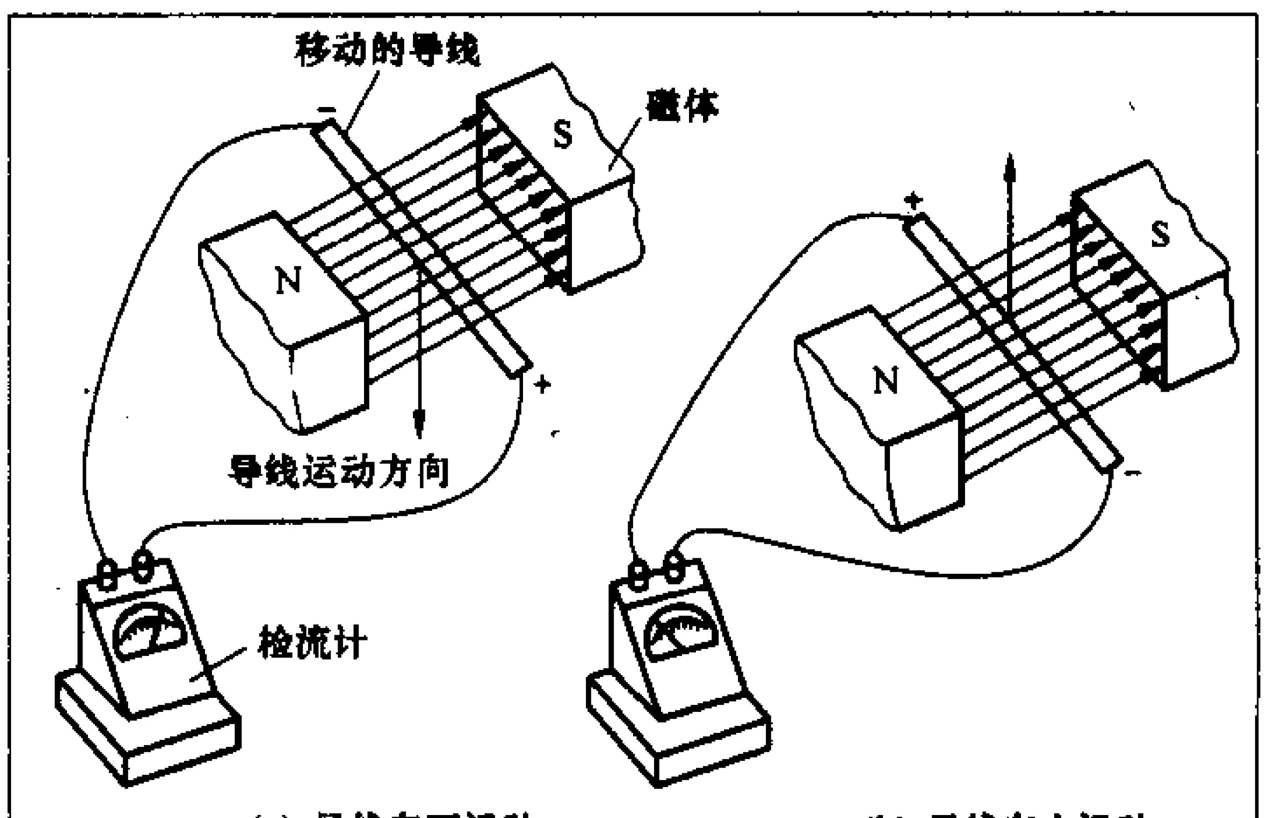


图4

如图4所示。

3．电磁感应

将一根导线放在均匀磁场中，导线的两端接上一个检流计，使其构成闭合回路，如图5所示。当导线在磁场中静止不动或沿磁力线方向运动时，检流计的指针不会偏转；当导线向下或磁体向上运动时，检流计指针向右偏转一下；当导线向上或磁体向下运动时，则检流计指针向左偏转一下。而且导线“切割”磁力线的速度越快，指针偏转的角度越大。这种现象说明，只要导线和磁场发生了相对运动（或者说导线“切割”了磁力线），在导线中就会产生感应电势和电流，我们称这



(a) 导线向下运动　(b) 导线向上运动

图5

种现象为电磁感应。

导线上感应电势的方向，用右手定则来确定，如图6所示。平伸右手，拇指与其余四指垂直，让掌心逆着磁

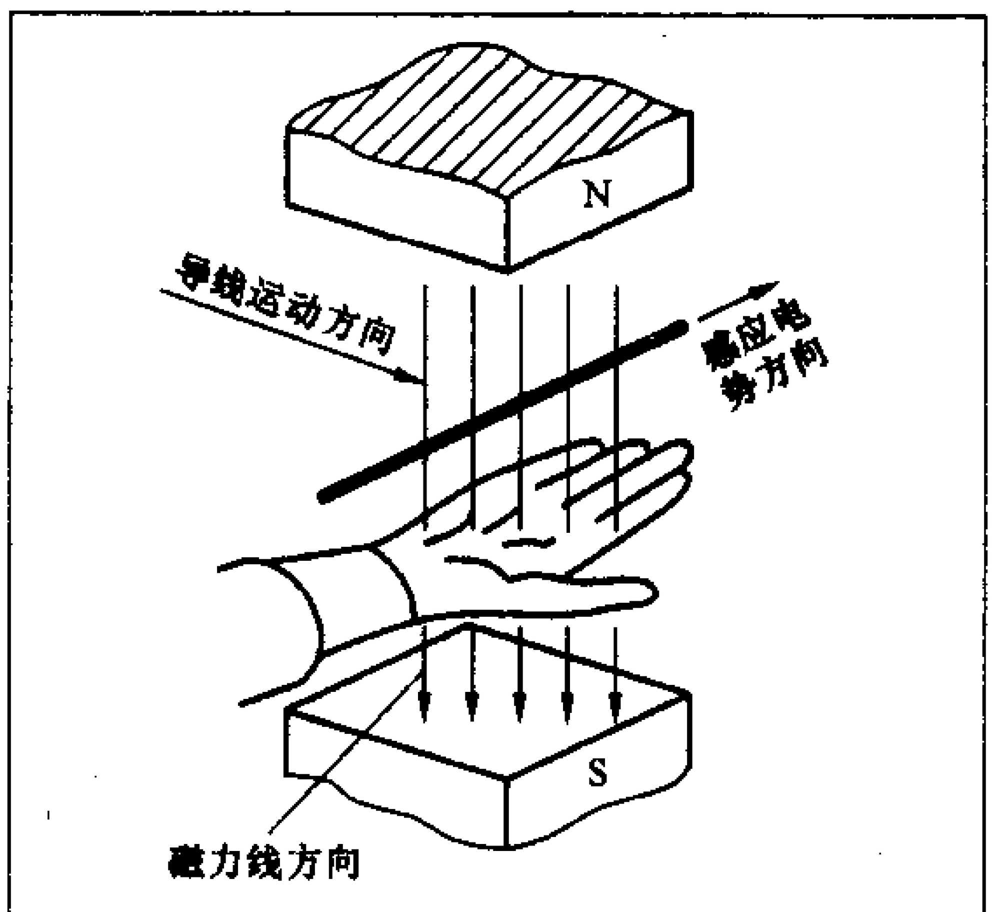
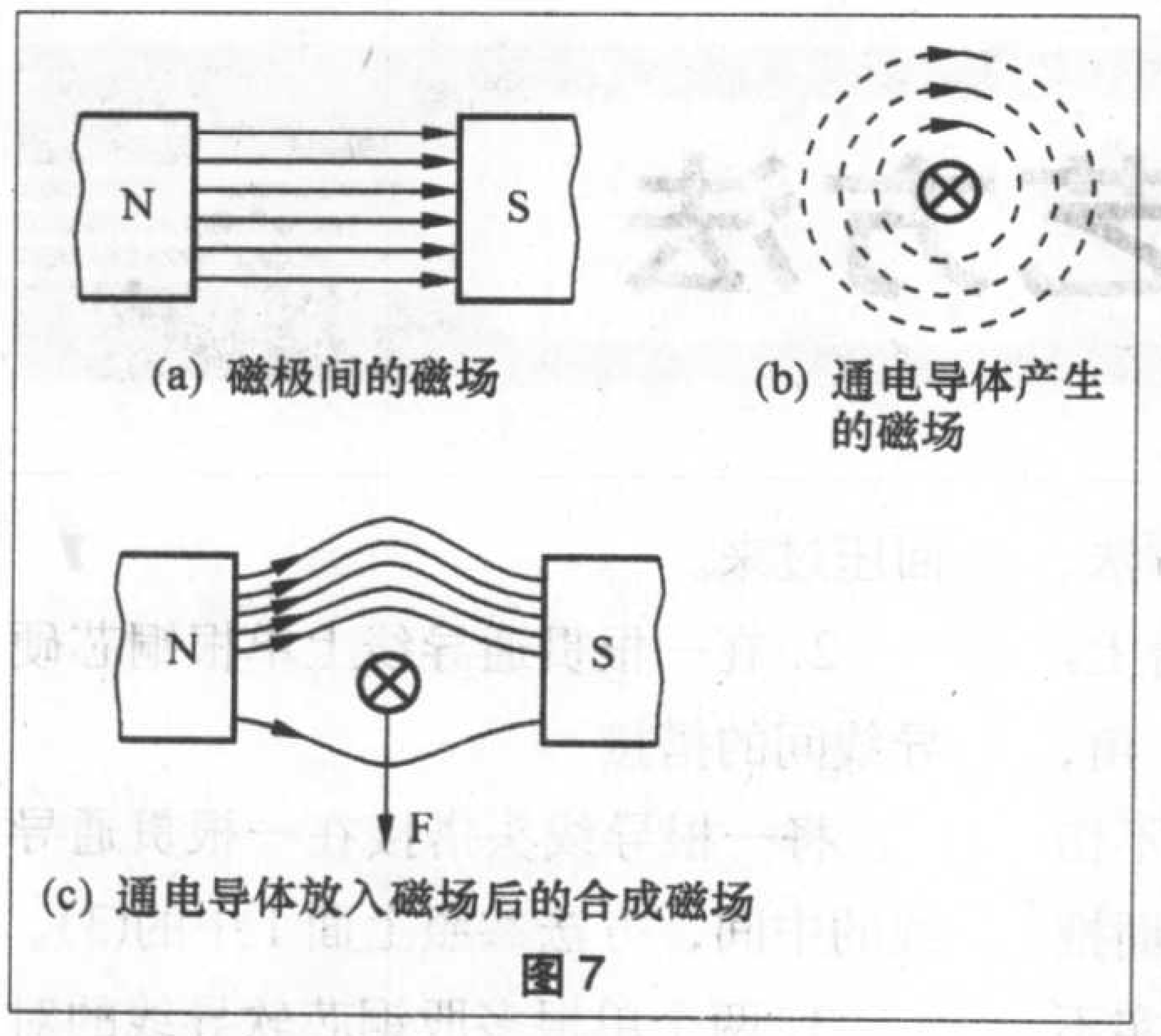


图6

力线，拇指指向导线的运动方向，则其余四指的指向就是感应电势方向。

4．磁场对通电导体的作用

在通电导体周围存在着磁场，当将通电导体放到其他磁场中时，通电导体会受到作用力被推动，这种作用力称为电磁力，如图7所示。由图7(c)可以看出，在导体的上方，两个磁场的磁力线方向相同，磁通量密度增加，磁力线较密；在导体的下方，两个磁场的磁力线方向相反，合成磁场减弱，磁力线较疏，从而产生了将导体向下



(a) 磁极间的磁场 (b) 通电导体产生的磁场 (c) 通电导体放入磁场后的合成磁场

图7

推动的作用力。

通电导体在磁场中所受作用力的方向，可用左手定则判定：将左手伸平，拇指与四指垂直，让磁力线垂直穿过手心，四指指向电流方向，则拇指所指的方向就是导体受力方向，如图8所示。

5. 楞次定律与法拉第电磁感应定律

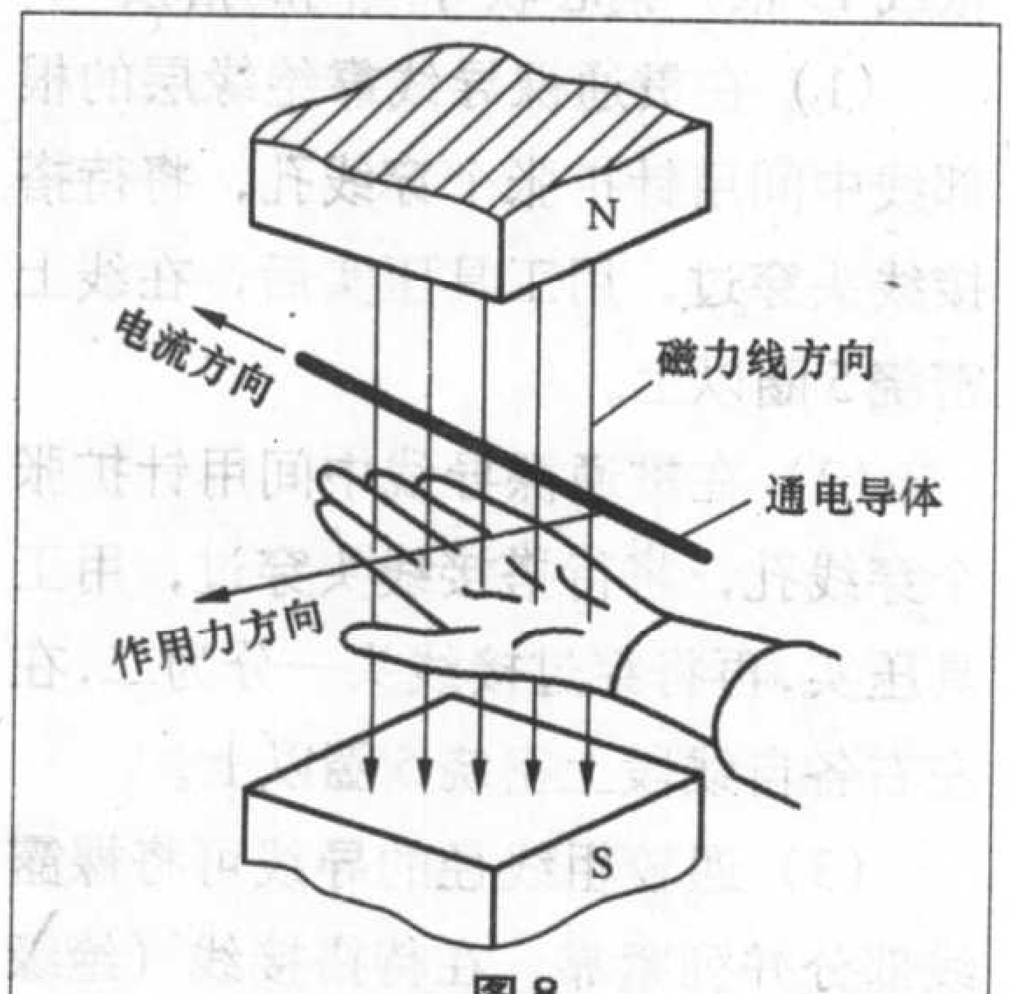


图8

楞次定律说明了感生电流产生的磁场总是阻碍原磁通的变化，即线圈的磁通要增加时，感生电流就产生一个磁场去阻碍它增加，线圈中的磁通要减少时，感生电流所产生的磁场将阻碍它减少。当我们把一条形磁铁的N极或S极插入线圈时，检流计指针将向右或向左偏转；当磁铁在线圈中静止不动时，检流计指针不偏转；把磁铁从线圈中拔出时，则检流计指针向左或向右偏转，如图9所示。表明磁通发生变化时，闭合线圈中要产生感应电势和感生电流，而且磁铁插入线圈和从线圈中拔出磁铁时，感生电流方向相反，并与磁铁极性有关。

若将弹簧线圈放在磁场中，它的两端与检流计相连，如图10所示。线圈不动时，检流计指针不动；当把线圈拉伸或压缩时，则检流计指针的偏转方向相反。表明线圈面积变化而引起磁通变化时，闭合线圈中也会产生感生电势和感生电流。因此，楞次定律提供了判断感生电势或感生电流方向的方法，即先判定原磁通的方向及其变化趋势（增加还是减少）；之后根据感生电流的磁场（俗称感生磁场）方向永远和原磁通变化趋势相反的原则，确定感生电流和磁场方向；再依据感生电流产生的磁场方向，用右手螺旋定则判断感生电势或感生电流方向。在线圈或导体内部，感生电流方向永远与感生电势方向相同，是从电源的“–”端流到“+”端，在其外部则由电源“+”端经负载流到“–”端。

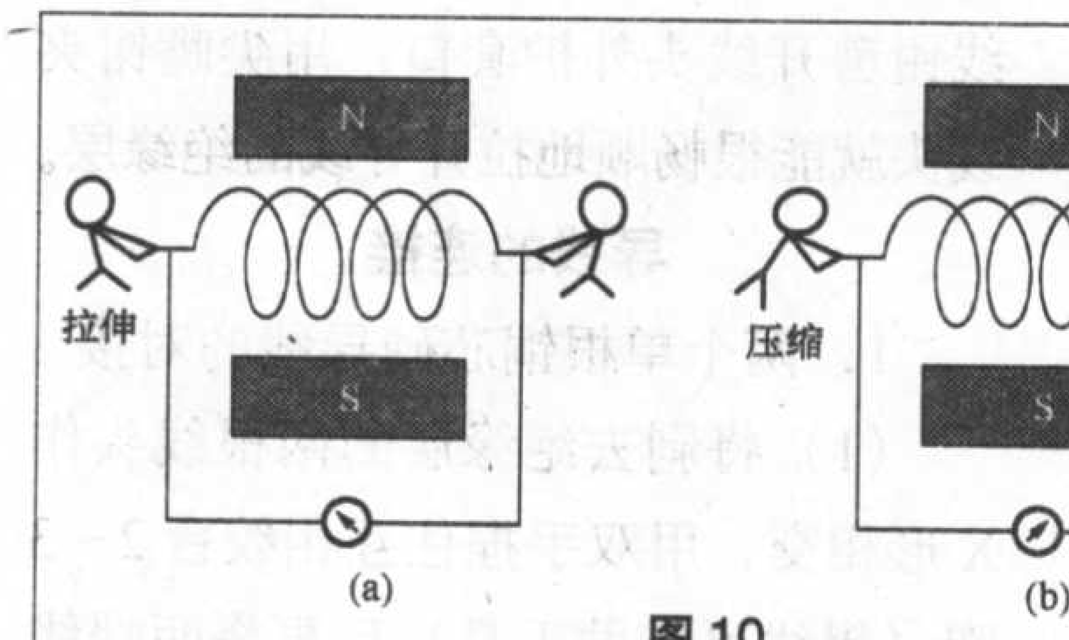


图10

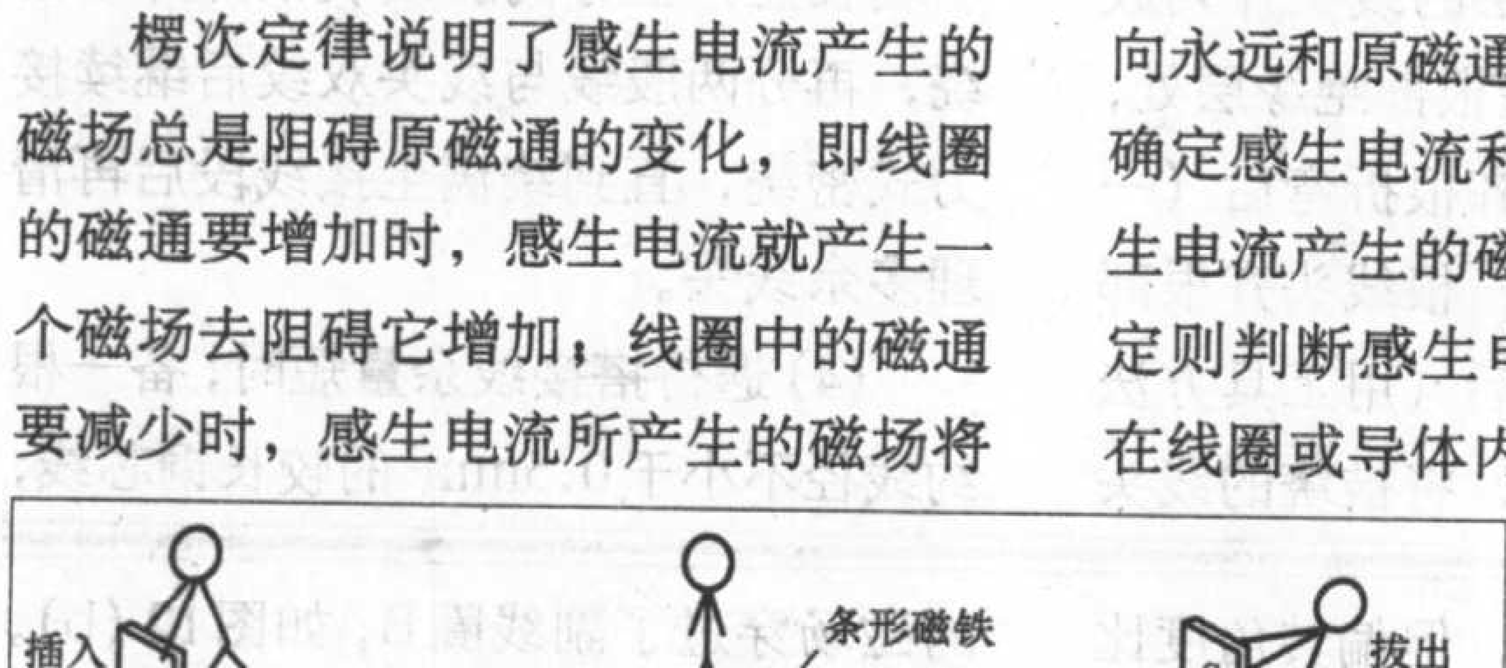


图9

法拉第电磁感应定律是回答感生电势的大小，即线圈中感生电势的大小与线圈中磁通的变化速度成正比。

6. 自感

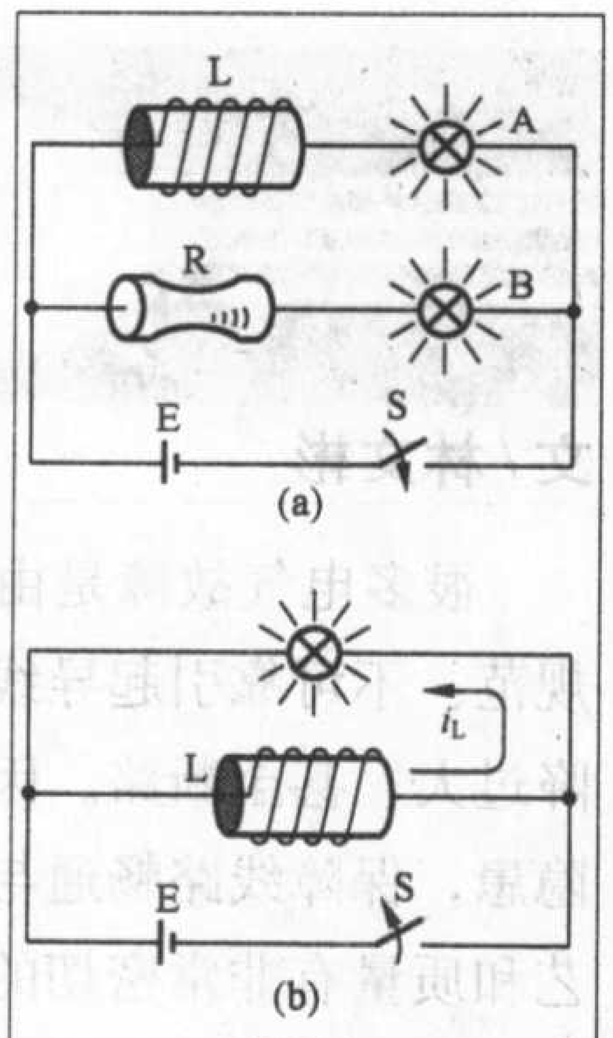


图11

由于流过线圈本身的电流发生变化，而在线圈自身引起的电磁感应称作自感现象，简称自感，如图11所示。在图11（a）中，合上开关S，B灯立即正常发光，而A灯则是逐渐变亮。这是因流入线圈的电流产生一个左端为N极，右端为S极的磁场，在线圈中引起感生电势，产生一个左端为S极，右端为N极的磁通阻碍原磁通的变化，所产生的感生电流与原流进线圈电流的方向相反，使电流不能很快上升。在图11（b）中，合上开关S，灯泡正常发光，线圈中也有从左到右的电流流过。当突然打开开关瞬间，灯泡会突然地闪亮一下再熄灭。这是因失去外电源，线圈的电流会突然减小，于是线圈中要产生一个感生电势来阻碍原磁通的减小，则感生电流的方向与原电流的方向相同，故灯泡突然明亮的闪光。

7. 互感

把由一个线圈中的电流发生变化在另一线圈中产生的电磁感应叫做互

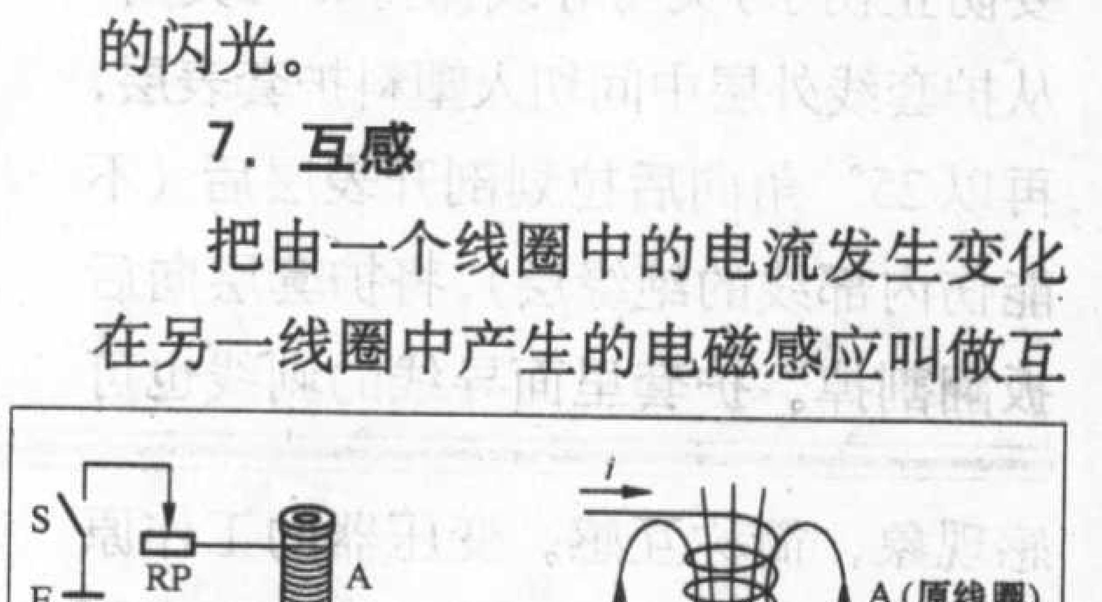


图12

导线的连接工艺方法

文/林文彬

很多电气故障是由于导线连接不规范、不可靠引起导线发热、线路压降过大，甚至断路。因此，杜绝线路隐患，保障线路畅通与导线的连接工艺和质量有非常密切的关系。本文通过以下几个方面介绍家庭电气线路实用的导线连接工艺方法。

导线的剥线

1．普通塑料平行线、2.5mm^{2}以下单根多股软线的剥线

（1）直接使用剥线钳剥去较短尺寸的绝缘层，较长尺寸的绝缘层可用剥线钳将绝缘层断开后再用尖嘴钳撕去线上待剥的绝缘层。

（2）右手用尖嘴钳（钢丝钳也可以）切口凭手感将导线绝缘层钳出压痕并保持，以不伤芯线为原则，然后用左手捏住导线或在中指上绕一圈线(与钳口形成的线段要适中)，左手的掌根下侧面与右手拇指的虎口关节部位紧靠，形成一个合力点，两手手腕向左右扇形发力分开就可将绝缘层剥下。

2．塑料护套线、2.5mm^{2}以上的单根硬线或单根多股塑料线的剥线

（1）将塑料护套线平整地放在工作台上，用电工刀锋利的刀刃（一定要防止伤手)尖与导线保持45°夹角，从护套线外层中间切入塑料护套表层，再以25°角向后拉划剖开表层后（不能伤内部线的绝缘层)，将护套层向后扳翻割掉。护套里面导线的剥线也可用剥线钳、尖嘴钳或下面介绍的方法。

(2) 将单根硬线平放于工作台上，将电工刀的刀面与导线保持45°角，右手凭手感将刀刃切入绝缘层（不伤线）后，刀面改变成约25°向前面推削（粗线)；也可右手保持角度压实不动，左手向后缓慢拉线（细线)，塑料层会像面条一样被拉下来。

(3)不管是三芯、二芯扁平硬护套线还是三芯、二芯圆软护套线，用剪线钳剪开线头外护套口，用尖嘴钳夹线头就能很畅顺地拉开导线的绝缘层。

导线的连接

1．两个单根铜芯硬导线的对接

（1）将剥去绝缘层的两根线头作X形相交，用双手捏住互相绞合2～3圈（粗线可借助工具）后再将两端线头在对方线上各密绕5～10圈（用尖嘴钳或钢丝钳的防滑齿口引绕，并通过钳口按绕向一圈一圈绞紧)。

（2）将剥去绝缘层的线头并列放在一起，左手捏住线头根部绝缘层处，右手将两线头扳作交叉状（粗线用老虎钳)，按顺时针方向作自然双绞10圈后剪去剩余线头。

（3）将剥去绝缘层的线头并列放在一起，左手捏住线头根部绝缘层处，右手将其中一根线头齐根折弯后（一般选择细的线)，在另一根线头齐根部位开始密绕5～10圈后（用工具方法同上）剪去剩余线头，将被绕的线头回压过来。

2．在一根贯通导线上单根铜芯硬导线间的搭接

将一根导线头搭接在一根贯通导线的中间，方法参照上面1中的(3)。

3．两个单根多股铜芯软导线的对接

（1）将剥去绝缘层的小线径线头作X形相交，用双手捏住作正反方向自然双绞1圈后将两线头交叉互换方向，再将两端线头在各自线上各密绕5～10圈。

（2）方法参照上述1中的（2)。

4．在一根贯通导线上单根多股(7根或19根）铜芯软导线间的搭接

（1）在贯通裸导线靠绝缘层的根部线中间用针扩张个穿线孔，将待搭接线头穿过，用工具压实后，在线上密绕5圈以上。

（2）在贯通裸导线中间用针扩张个穿线孔，将待搭接线头穿过，用工具压实，再将穿过接线头一分为二，在左右各自线段上密绕5圈以上。

（3）遇较粗线径的导线可将裸露线部分并列紧靠，在待搭接线（绝缘层剥长些）上分两股线从根部开始密绕，再分两股线与线头双绞后继续接力式密绕，直到绕满全接线段后再清理多余线头。

(4) 遇待搭接线余量短时，备一根约线径不小于0.5mm^{2}的较长铜芯线，

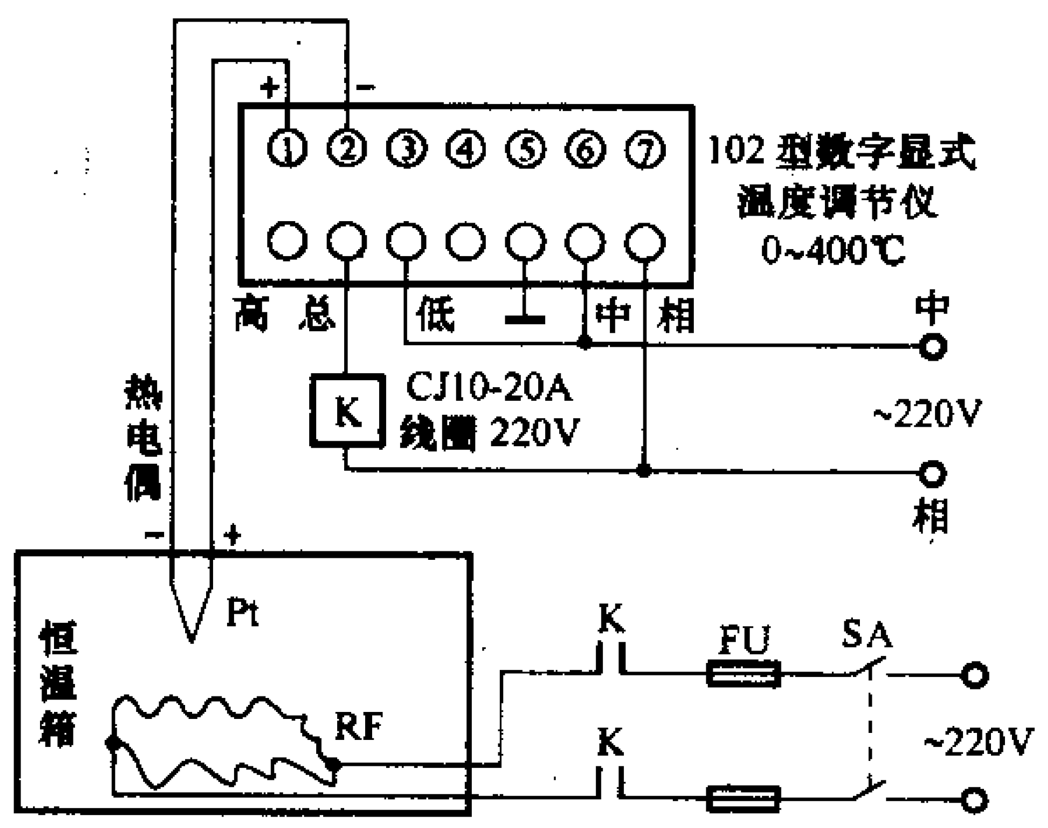
感现象，简称互感。变压器的工作原理就是基于互感，如图12所示。在图12(a)中，将滑线电阻阻值调至最大，无论开关接通与否，均可看到检流计指针偏转（方向相反)；将滑线电阻阻值调至最小，打开或接通电源，检流计指针就会发生偏转，但偏转角度比前者大。当开关S保持接通状态，快速改变滑线的阻值，则检流计指针就会左右偏转，且改变阻值速度越快指针偏转角度越大。

上述表明线圈A中的电流所产生的磁场穿过了副线圈B，如图12(b)。当A中电流发生变化时，穿过B中的磁通也随着变化，变化的磁通在B中引起了感生电势，产生的感生电流使检流计指针发生偏转，说明互感存在。

老式控温烘箱和培养箱的技术改造

文/张国清

老式控温烘箱和培养箱的温度控制都是采用热胀式控温，感温器件是由铜管和玻璃棒做成的复棒。当温度变化时，这两种材料的热特性不同，再加上其他机械部件的配合，使其接点接通与断开，达到控制温度的目的。这种温控器灵敏度较低，容易产生控温失灵的故障。其主要原因是：烘箱电炉丝的接通与断开，是靠两个镀银触点的通与断来控制的，调节器接点的金属触点频繁动作所产生的电火花，对触点表面的烧灼，使其表面凸凹不平，产生较大的电火花，温度很高，极易把动、静触点粘在一起，造成控温失灵，损坏试验材料，甚至引起火灾。为此，我单位决定对老式烘箱、培养箱进行技术改造，拆除原有控温器及522型继电器等所有元器件。控温器采用了102型数字式温度显示调节仪、铂热电偶Pt和交流接触器K组成。数字显示仪表观察方便，读数清晰，无误差，精度高。



工作原理如附图所示。闭合电源开关SA，电源供电。把102型数显温度调节仪面板上的开关拨至右侧，旋转温度设定旋钮，使数显温度达到设定值，红色信号灯亮。然后将开关拨到左侧，此时数字显示的是测定值，升温指示绿色信号灯亮。同时交流接触器K线圈通电吸合，电炉丝RF通电加热，烘箱内温度逐渐上升，热电偶温度传感器Pt将测得的温度值转化成电压信号输送到数字显示仪表内，在表内经过处理又转换成数字式温度值。当温度上升到设定温度值时，仪表内的接点“总”与“高”接通，交流接触器K断电释放，电炉丝RF断电停止加热，烘箱处于恒温状态，红色信号灯亮，绿色信号灯灭。当温度下降，仪表内接点“总”与“高”断开，转换成“总”与“低”通，接触器K又通电吸合，电炉丝RF通电加热，绿色信号灯亮，红灯灭。当温度达到Pt设定值时，又使“总”与“低”断开，K失电释放，RF停止加热，红灯亮。如此周而复始，使烘箱处于恒温状态。近四年来，笔者亲自为辽宁省农业科学院化验室六台老式烘箱进行了上述情况的技术改造，改造后投入工作运行，一直安全运行。

在贯通裸导线靠绝缘层的根部绕一圈后一头延伸过另一绝缘端约3cm，待搭接线与贯通裸露线部分并列紧靠，用长铜线开始密绕全线段到终端与另一线头绞接，然后处理多余线头。此捆扎方法也适合不同类型多线头的连接。

导线的焊接

若遇线头特别短，又没有接线的足够余量，可将各线头整理平直，表面处理光亮，用加热的电烙铁将线头往松香块上压一下（因焊锡膏对日后有腐蚀作用，尽量不用），烙铁头仍靠近线头（烙铁头处理成45°斜面为好）加热，再把焊锡丝送往加热点实现线头搪锡。将所有需要连接的线头整理好排齐，用细小导线绑几圈剪去线头，照旧将烙铁头斜面靠近线头预加热稍长时间，把焊锡丝送往加热点，将熔锡渗透满缝隙为止。多余的熔锡用烙铁头引拉掉。

导线接头的绝缘

1．绝缘胶带法

常规用于连接线的包扎绝缘，应大于接线段全程。包扎时与线顺时针斜向大于90°叠层绕向到头（后层叠过前层宽度的1/2），然后再顺时针反向绕到原位；若是接线头，到头再绕过些，将多余包扎的绝缘部分折过来再顺时针反向绕过一段。包扎要求结实、平整，不能松散、粗大。

2．带接线帽法

线帽有多种规格，适合多股软线接线头使用（实际情况硬线上也在用）。即将线头裸露部分的长度控制在1.5cm，套上线帽后用老虎钳在线帽内铜圈位置钳压即可。

3．穿热缩管法

可备用Φ2.5mm～Φ8mm之间各种规格的热缩管，用它替代电工绝缘胶带，比用绝缘胶带的接头密封、绝缘，外观干净、整洁，非常适合家庭应用。如上面导线焊接后就可用热缩管作多层绝缘，即在接线前就将大于裸线段4cm合适规格的热缩管各端穿上，接线后先移套上裸线段，用家用热吹风机（或打火机）热缩，冷却后再将另一段穿覆上去热缩。若是接线头，头部热缩后可用尖嘴钳钳压封口。

农用变压器维护知识与常见故障排除

文/李愚花 孔令文

农用配电变压器一般安装在露天环境中，运行中的天气、环境温度和用电负荷变化对变压器影响很大。常常因维护不当导致损耗增加，使用寿命缩短甚至线圈烧坏的事故。为此，农村电工应加强对变压器的监视维护，随时掌握情况，进行调整维护修理，发现故障及时处理是非常必要的。现就农村配电变压器的维护知识与常见故障的排除方法介绍如下。

1．正确选择高低压保险丝

只有正确选择配电变压器的高低压熔丝，才能保证配电变压器的正常运行。高压侧熔丝的选择，应能保证在变压器内部和套管处发生短路事故时即时熔断；低压熔丝的选择，应能保证在各引出回路短路或严重过负荷时熔断。同时，还应满足各级保护的选择要求，即各级熔断器内熔丝熔断时间先后的要求。当低压侧短路时，低压熔丝先断，高压熔丝不应熔断；变压器内部短路时，高压熔丝应先熔断，而高压线路保护不应动作。农村配电变压器高压一般要用跌落式保险丝，而低压用瓷插式或螺旋式保险丝，其容量可按下面原则选用：

变压器容量在125kVA以下时，其高压熔丝按2～3倍额定电流选用；容量在125kVA以上时，其高压熔丝按1.5～2倍额定电流选用。低压熔丝按额定电流超负荷20%选用。

除按以上原则选择外还可以用以下经验法选择，此法只适用于10/0.4kV的配电变压器：高压保险丝用变压器的容量除以10，就是保险丝的容量。例如100kVA的变压器应选100/10=10(A)的保险丝。低压保险丝是将变压器的容量乘以2就可以。例如100kVA的变压器应选100 × 2=200(A)熔断器。

2．器身清洁

由于农村配电变压器大都安装在室外，灰尘较多，器身和高低压瓷瓶都很脏，因此农村电工应经常在高压停电的情况下，擦拭变压器器身和高低压瓷瓶，使其保持清洁，从而减少泄漏电流。

3．尽量使三相负载保持对称

大多数农村配电变压器三相负荷分配不均匀，使三相不能保持对称运行，从而产生零序电流，会增加线路和变压器的损耗，容易造成线路和变压器过负荷，加快变压器的老化，降低供电质量。因此农村电工要尽量调整三相负荷，使三相负载尽量保持对称，减小中线电流。规程规定配电变压器的中性线电流不得超过低压侧额定电流的25%。

4．正确调整变压器分接开关的挡位

分接开关是用于改变变压器一次绕组抽头，借以改变变压比，调整二次电压的专用开关，变压器分接开关分为有载调压和无载调压两种，有Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三挡位置，10kV变压器三挡位置相应的变压比分别为10.5/0.4、10/0.4、9.5/0.4，分别适用于高压电网电压偏高、电压适中、电压偏低的情况。当分接开关在Ⅱ挡(10/0.4)位置时，如二次电压偏高，应往上调到Ⅰ挡（10.5/0.4）位置；如二次电压偏低，则应往下调到Ⅲ挡（9.5/0.4）位置。作为电工可记住一句话：“高往高处调，低往低处调”。农村配电变压器一般是无载调压，如果变压器的输出电压过高或太低，就应考虑调整变压器的挡位，调节方法如下：

(1) 首先停掉低压负荷，然后用高压棒拉开高压跌落式保险丝。特别注意高压跌落式保险丝不能带负荷操作，但可以断开接通小容量的空载变压器、空载线路和小负荷电流线路。操作时应注意，由于高压跌落式保险丝是分相操作的，所以操作第二相时会产生比较强烈的电弧。因此，高压跌落式保险丝正确的操作顺序是拉闸时先拉开中相，再拉开下风相，最后拉开上风侧边；合闸时的顺序刚好和拉闸时顺序相反。

(2) 打开变压器上端挡位盖。

(3) 用上述方法确定应调到的挡位，找好挡位的位置，调至所需要的挡位并来回转动几次，使其接触良好。

(4) 用万用表测量高压绕组的直流电阻，直流电阻的偏差值不得超过平均值的2%。三相绕组的直流电阻相差过大，说明接触不良；如果电阻很大证明没有调好挡的位置，需要重新调整，直到三相电阻满足基本要求。

5．检查变压器油

变压器油在变压器中起着增强绝缘，加快散热，防腐和灭弧的作用。

(1) 经常检查变压器的油位，防止变压器油位过低

正常时的油位上升或下降是由温度变化造成的，变化不会太大。当油位下降显著，甚至从油位计中看不见油位，则可能是因为变压器出现了漏油、渗油现象，这往往是因为变压器油箱损坏、放油阀门没有拧紧、变压器顶盖没有盖严、油位计损坏等原因

造成的。油位太低会加速变压器油的老化，变压器绝缘情况恶化，进而引起严重后果，所以要多巡视，多维护，及时添油。

（2）注意变压器是否漏油

发现变压器漏油要及时处理，如渗、漏油严重，应及时将变压器停止运行并进行检修。检查时首先寻找漏油点，从上端盖上渗出时应紧固上端一圈螺丝；如果从挡位处渗出，就应打开挡位盖，拧紧里边的压紧螺丝；绝缘垫老化，就应及时更换绝缘油垫。

（3）变压器油每隔1～3年要做一次耐压试验

变压器油1～3年做一次耐压试验，如果变压器油达不到技术要求，应尽早更换或过滤。由于对变压器油的质量要求很高，严格的讲，不经过耐压试验和简化试验很难说明油是否合格，但经过长期的实践表明，变压器油的合格与否可通过"一闻、二看"来鉴别：

"一闻"就是通过闻气味来鉴别变压器油的合格与否，质量合格的变压器油应没有气味或略带一点煤油气味，若有别的气味，说明油质变坏。例如，若变压器油有乙炔味则油内产生过电弧；若变压器油有酸味则油已严重老化。

"二看"第一是看变压器油的颜色，新的变压器油一般是浅黄色，氧化后颜色会变深。新的变压器油呈深暗色是不允许的。运行中新的变压器油的颜色迅速变暗，表示油质变坏。第二是看变压器油的透明度。新的变压器油装在玻璃瓶中是透明的，并带有蓝紫色的荧光，如果失去了荧光和不再透明，说明变压器油内已有游离炭和机械杂质。

（4）冬季由于天气寒冷，变压器的油位一般会下降，油标无显示时应及时将油添加到油位线。

6．细听声音找故障

声音是反映变压器运行正常与否的一个主要表现。通过听声音可以辨别变压器是否正常。变压器正常运行时，铁芯振动而发出清晰有规律的"嗡嗡"声。但当变压器负荷有变化或变压器本身发生故障时，将产生异常音响。若平时注意多听，对正常的声音比较熟悉，相比较之下就容易察觉出变压器的异常音响。并可根据声音的不同查找出故障，进行及时处理。主要有以下几方面故障：

（1）声音沉重，但无杂音，且音调高、音量大。一般为变压器过负荷引起。变压器长期过负荷会缩短使用寿命，也是烧坏变压器的主要原因，是不允许的。当发生变压器过负荷运行时，要设法减少一些次要负荷以减轻变压器的负担。

（2）声音尖，一般为变压器电源电压过高引起，电源电压过高不利于变压器的运行，对用户用电设备也不利，而且会增加变压器的铁损。因此，应及时向有关部门报告处理。

（3）声音比平常大且嘈杂、混乱，但电流、电压又无明显异常时，则可能是内部夹件或压紧铁芯的螺丝钉松动，导致硅钢片振动增大。主要部件松动会影响变压器的正常运行，要注意及时检修。

（4）发出"吱吱"或"噼啪"声，且这种声音会随离故障的远近而变化，这可能是变压器绕组或铁芯的绝缘有击穿现象。变压器内部局部放电或器件接触不良，这种情况会造成严重事故，因此要立即停电检修。

（5）"吱吱"的放电声，是变压器的跌落式熔断器或分接开关接触不良。

（6）听到"嘶嘶"声，是因变压器的变压套管脏污、表面釉质脱落或有裂纹存在。

（7）声音中夹杂着水沸腾声，且温度急剧变化，油位升高，则应判断为变压器绕组发生短路故障，严重时会有巨大轰鸣声，随后可能起火。这时，应立即停用变压器进行检查。

7．恶劣天气时对配电变压器的监视

安装在露天的变压器，在雨、雪和大雾天气时，会出现平时不易发现的问题，应注意观察一、二次侧引线是否松动、放电；接头是否因松动而发热；绝缘套管、避雷器是否有裂纹，见水后是否拉弧，闪络放电；高、低压线路上、变压器台架上有无搭挂杂物。问题严重影响运行时，应及时停电处理。

8．定期检测变压器的接地线和接地电阻

配电变压器的接地，是把避雷器、变压器外壳、中性线连接在一起接地的。也就是把工作接地、保护接地、防雷接地连接在一起接地。如果各连接点接触不良，接地线断裂或接地电阻过大，接地就失去作用，就会对设备和人身安全造成威胁。剩余电流动作保护器也失去作用，对用户生命财产构成威胁。因此，定期检查接地线的连接，对接地体进行测试是非常必要的。接地点必须接触良好，符合有关规程要求，电阻过大，应增加接地极，接地点土壤电阻率过大，就在接地体周围加降阻剂，以达到降低接地电阻的目的。特别注意每年雷雨季节到来之前必须按要求检查变压器的避雷装置，保证其正常运行。

9．变压器着火

变压器在运行中发生火灾的主要原因有：铁芯穿心螺栓绝缘损坏，铁芯硅钢片绝缘损坏，高压或低压绕组层间短路，引出线混线或引线碰油箱及过负荷等。当变压器着火时，应首先切断电源，然后灭火，若是变压器顶盖上部着火，应立即打开下部放油阀，将油放至着火点以下或全部放出，同时用不导电的灭火器（如四氯化碳、二氧化碳、干粉灭火器等）或干燥的沙子灭火，严禁用水或其他导电的灭火器灭火。

10．其他

变压器呼吸器应畅通，硅胶不应吸潮饱和，油封呼吸器的油位应正常。

导线与插座、开关、电器

文 / 林文彬

1. 导线

导线品种很多，规格也很齐全，家庭中常用的主要是单根塑料铜芯硬线、软线和护套线。由于住宅线路常规都是穿管隐蔽敷设，护套线散热性没有单根塑料铜芯线好，所以附表以单根塑料铜芯线为主，用BV表示，其中B代表绝缘，V代表聚氯乙烯，最高工作温度为70℃，并且电流的安全载流余量较大。我们只有在保证导线的三点质量的前提下才能保证供电及用电的正常。因此，鉴别、选择导线优劣有：第一，正规大企业生产的导线铭牌印刷清晰，在塑料绝缘层上也有印刷清晰的生产厂名、标准、耐压等，如某电缆有限公司产品标明227 IEC 01 (BV) 450/750 CCC 2002010105015995 GB5023.3—1997；而冒牌的则印刷歪斜不清，甚至没有；第二，冒牌的产品长度不足，甚至中间有断头。所以应该用万用表的欧姆挡测量整圈导线的内圈头与外圈头是否贯通，否则可能有断头或断线存在；第三，优质导线的绝缘层塑料质地柔软、厚度均匀、表面无油迹而光亮。用游表卡尺测量铜线芯符合附表中标称截面数据。铜线芯表面铮亮，呈现黄里偏透紫铜色，表明含铜纯度高，内阻小。用双手将铜线芯来回拗折5～7次而不折断为佳。

2. 导线与插座

家用插座标称容量为10A、16A，使用中常出现插座面板的插孔被烧焦、变形的现象，这就是因为插座内电极材质差，结构不科学，与插头接触不紧密引起的。优质品牌应有3C标志、企业代码、额定电压电流、型号、厂址、电话、说明书。插座内所用磷铜板材厚实，结构合理。接线孔要选用压板式的，优点是防滑、防脱，压线严实，不伤线。选用螺丝顶压式的要防止伤线，绝不要选用任何款式的插入式接线的插座，此插座接触不良、虚接发热、脱线开路现象常见。因此：(1)插座同一接线孔内不宜超过两个线头，两个线头的线径差距不能太大；(2)不宜通过插座接线孔实现线路多条分支线的拱头（借线、取电）连接；(3)每条插座控制回路线线径应选用附表中2.5mm²的导线，以适应待用插座上用电器功率大小的不确定性与工作时间不一致性的特点。

3. 导线与开关

一般开关触头电流标称值为10A，宜选择拨动手感轻巧、转折有力度、无滑动跷板结构的开关。常规开关与所控制电器为相互串联连接，具有相对固定的功率。一般照明负荷都在1000W（4.5A）以下，即使2000W也在10A以下开关的控制范围里，选用附表中1.5mm²的导线还有较大余量。当然供照明回路电源主线与一般负荷开关控制线是两个概念，因为多个开关控制回路线是并联连接在照明回路电源主线上的，自然照明回路电源主线线径（2.5mm²）要大于负荷开关线径（1.5mm²）。导线与开关的连接还有两个细节要注意：(1) 在L线接进一块开关面板的多个开关时，宜采用不开断线的拱头线连接方法。(2) 多数开关采用螺丝顶压式的接线方式，遇有7根或19根的多股铜芯软线，可将剥去绝缘的线头齐根向后回折，线头绝缘面向螺丝塞进线孔，螺丝紧固后压在绝缘层上不伤铜线，并且铜线又能可靠与接线铜柱紧密接触。

4. 导线与电器

各种电器都有标称额定功率，在此导线标称截面应适应直接接入的电器，如空调、浴霸、热水器等。曾有人提出这样一个问题：我家浴霸用的是1mm²的导线，而非规定用的2.5mm²导线，只是曾经换了个开关，在用暖风的时候灯稍暗些，不是照样使用到现在。实际上是不懂电器安全知识而将安全隐患埋在家中，很显然暖风是由PTC发热器件（1800～2000W）、风扇电机（30W）产生的，再加40W的灯，电流将近10A。此时导线、开关都处于满负荷状态，由于开关接线处松动，大电流导致发热烧坏开关很常见。暖风的时候灯稍暗说明线路有明显压降，不排除线路中还有接头存在，并且导线肯定存在绝缘老化发硬的现象。在我们的相关专业范畴里有个"8度规则"证明了这个事实，即温度每升高8℃，运行寿命将减半。再说空调的压缩机是在真空状态中运行的电感性负载，有数倍于额定功率的启动电流，对于此类电器应该选用例表中2.5mm²的导线才能提供足够的电流量，避免线路压降过大。

附表

标称截面	根数/单根直径	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1.5mm²	1/1.37 (7/0.52) mm	13A (14)	13cm	2 (3)
2.5mm²	1/1.76 (19/0.41) mm	18A (21)	16cm	2 (4)
4mm²	1/2.24 (19/0.52) mm	24A (27)	16cm	2 (4)
6mm²	1/2.73 (19/0.64) mm	31A (36)	16cm	2 (4)

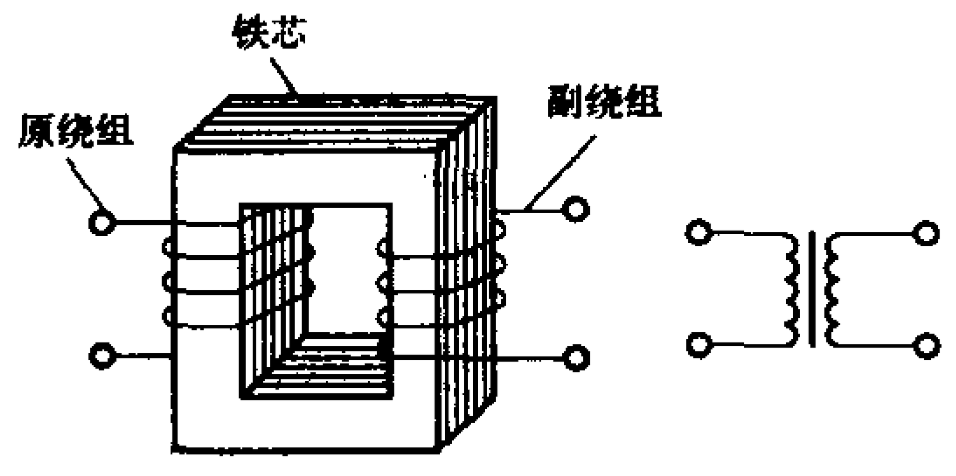
图说变压器

文/杨国治

变压器是根据电磁感应原理制成的一种静止的电气设备。

1. 变压器的作用

变压器的基本结构是由一个闭合的铁芯和绕在铁芯上的两个或两个以上匝数不等的绕组（又称线圈）组成，如图1所示。铁芯用来构成变压器的磁



(a) 结构　　(b) 符号

图1

路，绕组则构成变压器的电路。根据电生磁、磁生电的电磁感应原理，变压器具有变换电压、电流和阻抗的功能，在电力系统和电子电路中得到了广泛的应用。

在远距离输电方面，为减少线路损耗，缩小导线截面及节省电工材料，必需利用变压器将发电机发出的交流电压升至110kV、220kV或500kV的高压。而在用电场所，为了保证用电安全并满足用电设备的技术要求，又必须利用变压器将其降低为380V、220V、36V、24V或更低。在电气测量时，是利用仪用变压器（电压互感器、电流互感器）的变压、变流作用，扩大对交流电压、电流的测量范围。在电子设备中，则是利用变压器提供所需要的多种数值电压，使电子电路得以正常工作。我们还常常利用变压器耦合电路传送信号，实现阻抗匹配。

接入电源的绕组称为一次绕组（或原绕组、初级绕组），连接负载的绕组称为二次绕组（或副绕组、次级绕组）。

2. 变压器的空载运行

变压器的原绕组接上交流电源，副绕组不接负载，处于开路状态，称为变压器的空载运行，好比马匹拉车，车上不装任何东西，如图2所示。此时，

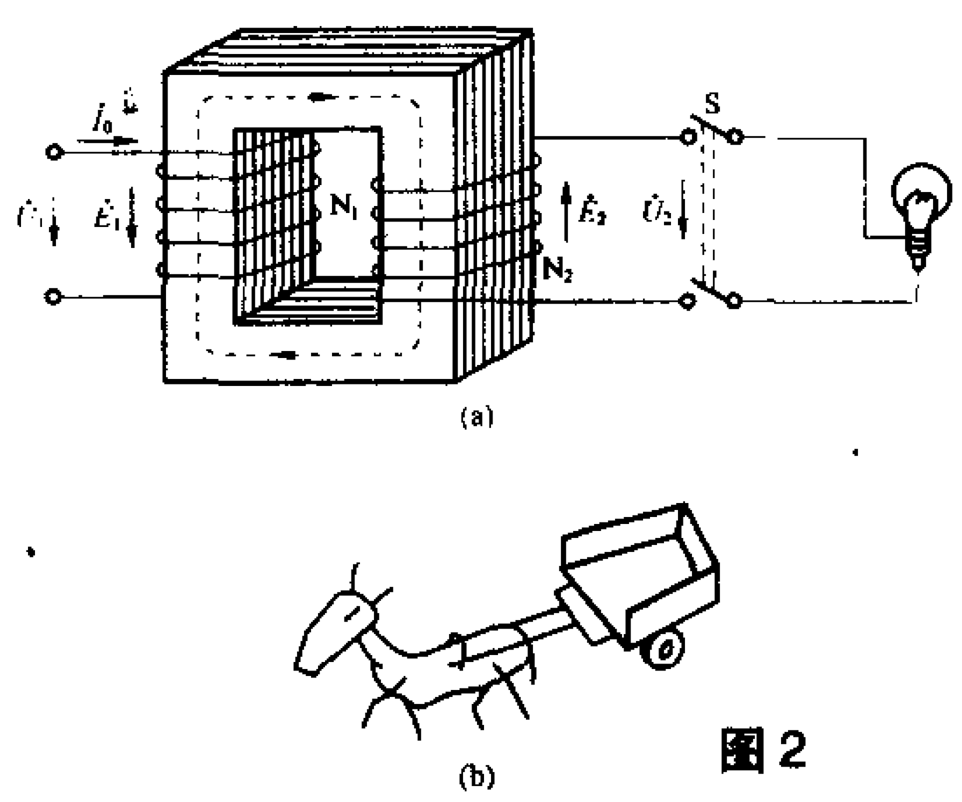


图2

原绕组中有交变电流流过，并产生交变磁通（即电生磁）。该磁通绝大部分都被铁芯束缚而同时穿过原、副绕组，称为主磁通，它是随电源的频率而变化的。在原绕组产生的交变磁通中，尚有很少一部分通过周围空气闭合，称为漏磁通，一般可以忽略不计。

当主磁通同时穿过原、副绕组时，便在两个绕组中分别产生与电源频率相同的感应电动势（即磁生电）。由于变压器空载运行时，原边绕组电流很小，若忽略绕组上的压降，则原边绕组的感应电动势E1可近似认为等于电源电压U_1，即$E_1 \approx U_1$。副绕组中因电流为零，则感应电动势E_2等于输出电压U_2，即$E_2=U_2$。由此可知，原、副绕组中产生的感应电动势之比，近似等于原、副绕组上的电压之比，即

$$U_1/U_2 \approx E_1/E_2$$

理论分析和实际测试都可以证明：原、副绕组中产生的感应电动势之比，等于原、副绕组的匝数N_1和N_2之比，即

$$U_1/U_2=E_1/E_2=N_1/N_2=K$$

K称为变压器的变压比，简称变比。$K>1$时，变压器降低电源电压，称为降压变压器；$K<1$时，变压器升高电源电压，称为升压变压器。

利用变压器原、副绕组的电压与原、副绕组的匝数成正比的原理，说明变压器有变换电压的作用。

3. 变压器负载运行及电流变换

变压器的原绕组接上交流电源，副绕组接有负载时，称为变压器有载运行，好比马拉的车上装有货物，如图3所示。接有负载后，副绕组中有电流I_2流过，并产生自己的磁通。根据楞次定律，该磁通的方向与铁芯中主磁通的方向相反，使之有减小的趋势，从而亦导致原绕组的感应电动势有减小的趋势。但原绕组外加电压和主磁通不能改变，即维持铁芯中的主磁通基本不变，势必使原绕组的空载电流随之增加，以抵消因I_2所产生的反向磁通的去磁作用。就像行走中的空马车，装上货物欲继续拉动行走，则马匹需加大力气拉动方能保持马车与运行状态一样。

变压器的原、副绕组间通过磁耦合来实现能量传递，而实现充电的直

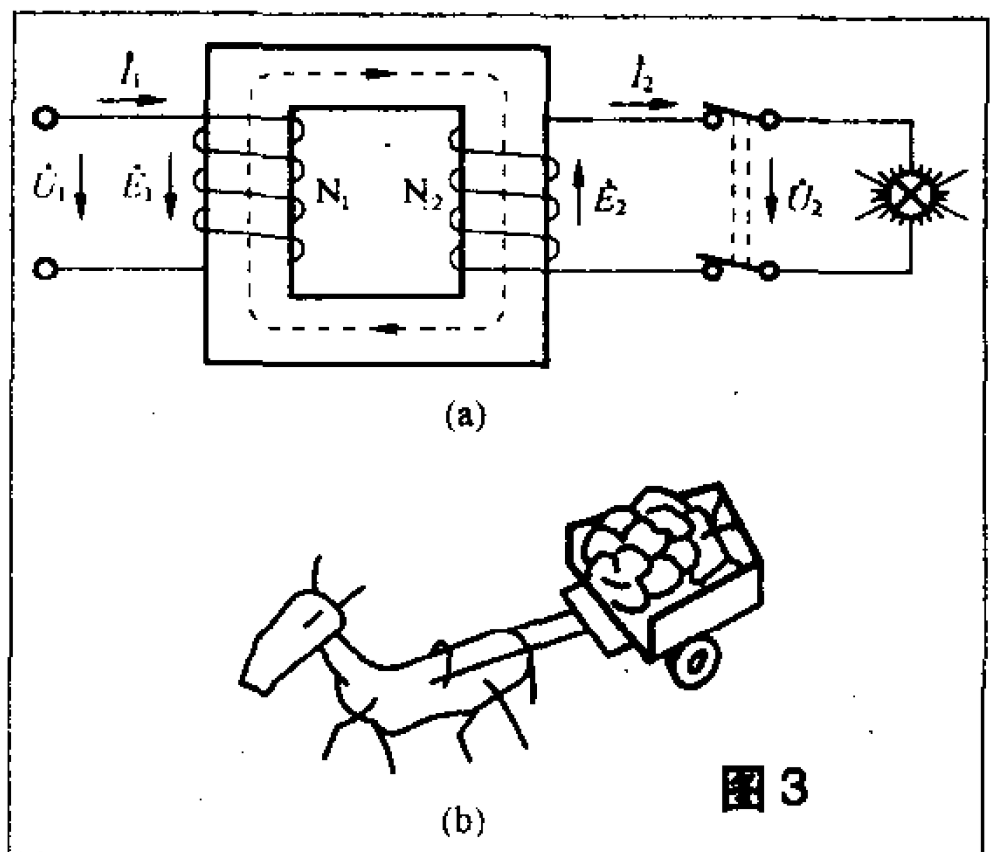
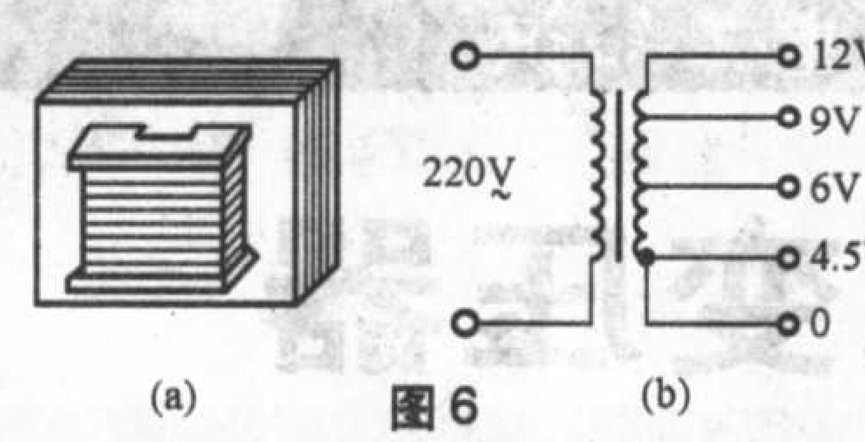


图3

接联系。根据能量守恒定律，变压器的输出能量应与变压器从电网中吸收的能量相等，则知$I_1U_1=I_2U_2$，即$I_1/I_2=U_2/U_1=N_2/N_1=1/K$。



(a) 图6 (b)

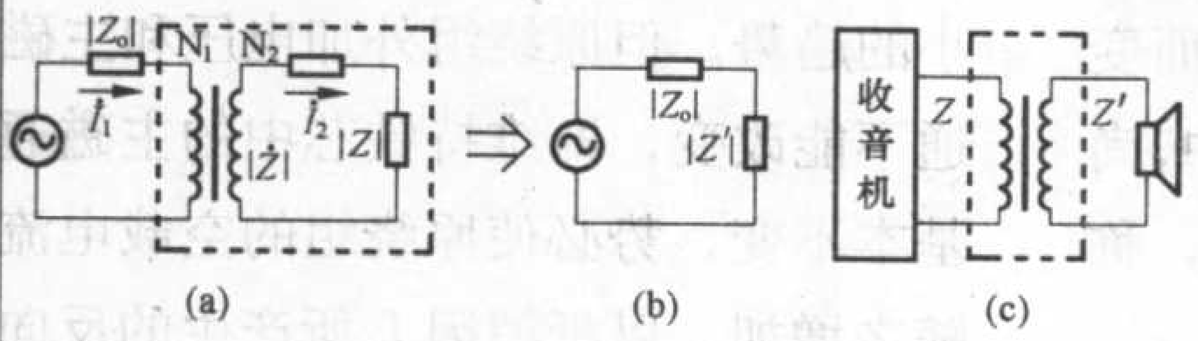
可见，变压器原、副绕组的电流与原、副绕组的匝数成反比。即变压器高压绕组的匝数多，通过的电流小，可用横截面较小的导线绕制。低压绕组的匝数少，通过的电流较大，可用较粗的导线绕制。对于成品变压器，可依据导线的粗细来判断高、低压绕组。

4. 变压器的阻抗变换

变压器除了能够变换电压和变换电流外，还可以进行阻抗变换，以实现电子电路中的阻抗匹配，如图4所示收音机中的输出变压器，就是用来与扬声器阻抗相匹配，以达到声响最佳。

用Z'表示等效阻抗，Z表示实际阻抗，则$Z'=K^2Z$。表明忽略漏磁通时，只需调整变压器的匝数比K，就可将负载阻抗变换成所需的数值，且负载性质不变。

5. 常见的变压器



(a) (b) (c)
图4

（1）单相变压器

这种变压器的初级额定工作电压有220V和380V两种，通常用于车间工厂内部的照明，次级提供36V、24V或12V电压，为单相照明变压器，如图5所示。尚有小型电子电路用的12V、9V、6V及电压更低的电源降压变压器，初极为220V，次级抽头，如图6所示。

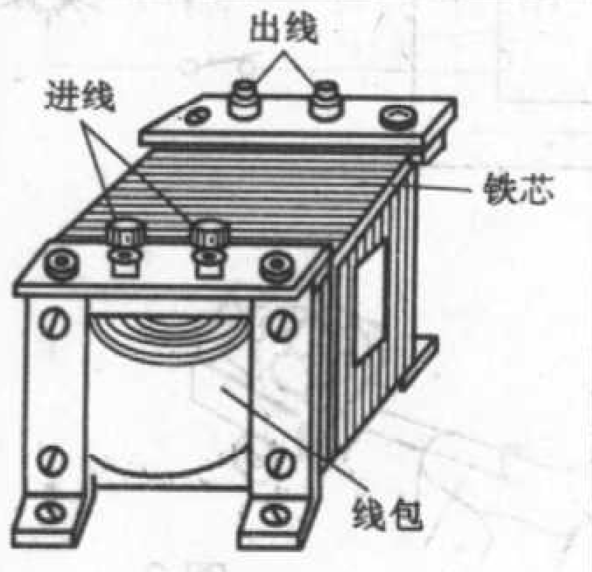


图5

（2）三相变压器

三相变压器实质上是由三个容量相同的单相变压器组合而成，不同处是三相初级、次级绕组分别绕在同一铁芯的三个铁芯柱上，如图7所示。

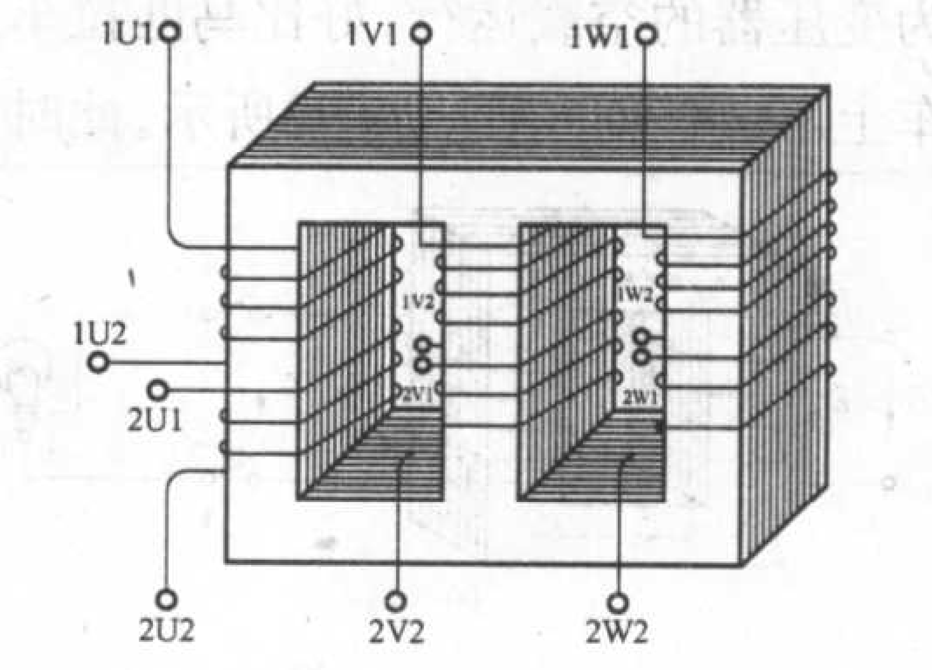


图7

根据三相电源和负载的不同情况，变压器的初级、次级绕组都可作Y形或D形，在GB1094−85中规定D表示三角形连接，副绕组三角形连接用小写字母表示，称为连接组。三相电力变压器，国家标准规定了五种连接组别Y、yn12，Y、d_{11}，Y_N、d_{11}，Y_N、y_{12}和Y、y_{12}，如图8所示。

（3）自耦变压器

自耦变压器的特点是次级

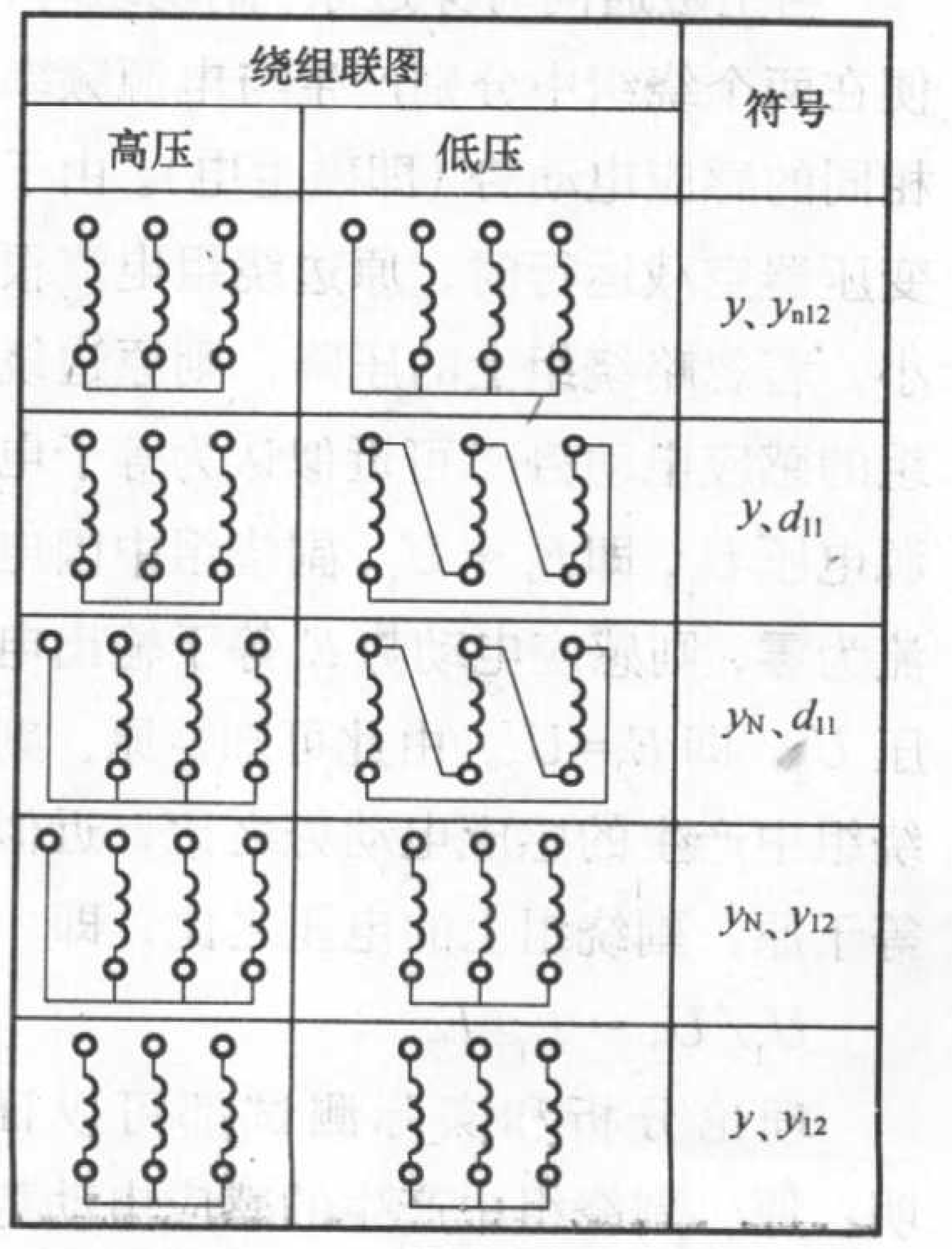


图8

绕组为初级绕组的一部分，初、次级绕组之间不但有磁的还有电的联系，如图9所示。当高压侧发生接地或次级绕组出现断线等故障，则高压直接加到低压侧，造成事故，故使用时要小心。另外高、低压侧不可接错，绝不允许用低压测作安全变压器使用。

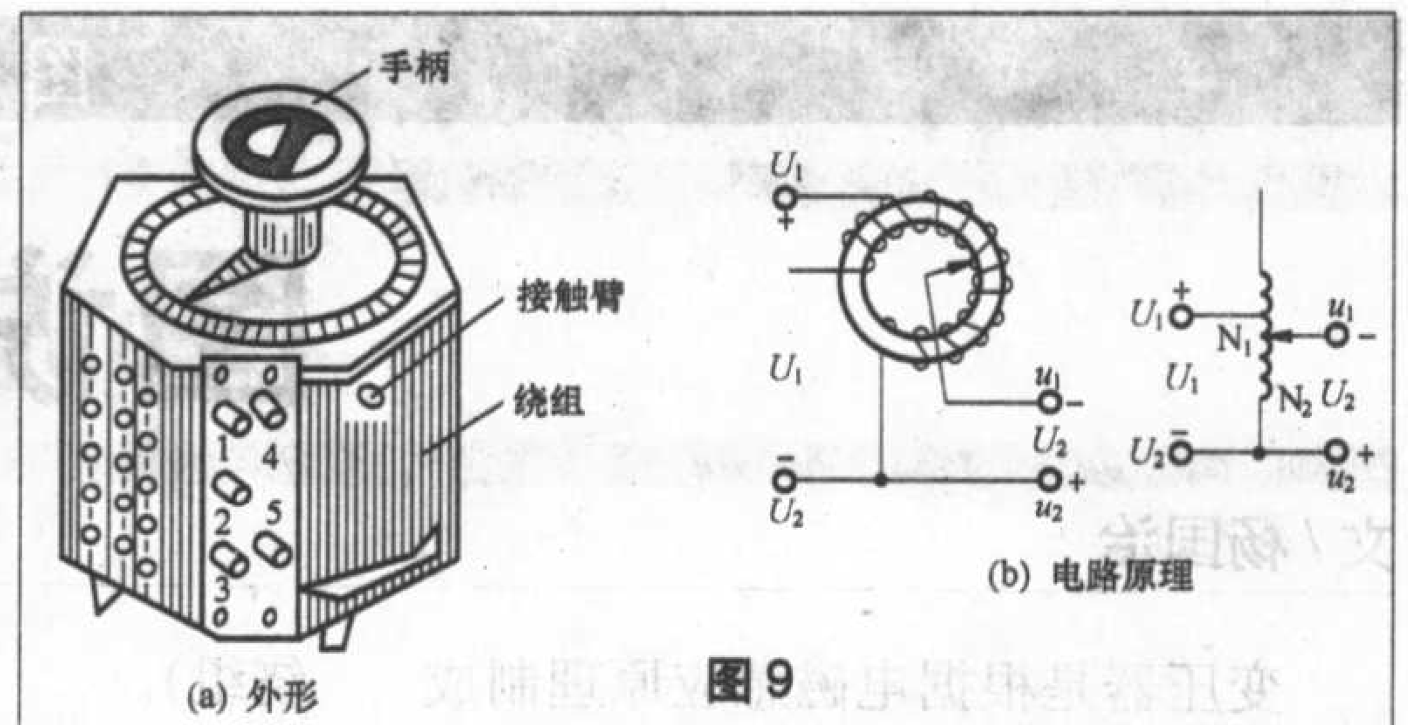


图9

（4）仪用互感器

① **电流互感器**，它是一种将大电流变换成小电流的变压器，如图10所示。通常次级接量程5A的电流表，改变接入的电流互感器的变流比，即可测量大小不同的初级侧电流。使用电流互感器时，次级绕组绝对不允许开路，铁芯和次级绕组一端必须可靠接地，以保证工作人员及设备安全。

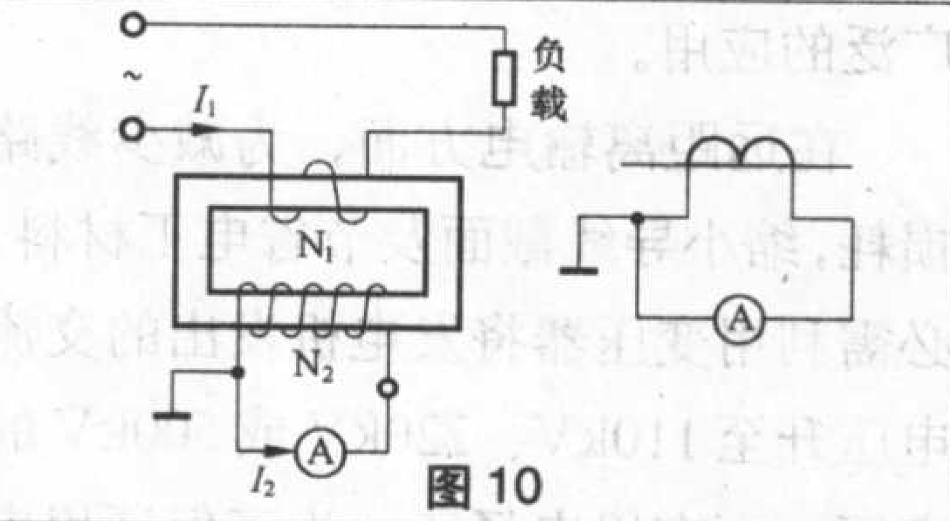


图10

② **电压互感器**，它是一个降压变压器，次级接量程为100V的电压表，改变接入的电压互感器的变压比，就可测量不同数值的高电压，如图11所示。使用电压互感器时，其次级侧严禁短路运行，铁芯及次级的一端要同时接地，以防烧坏互感器及绕组间的绝缘，损坏时次（下转第414页）

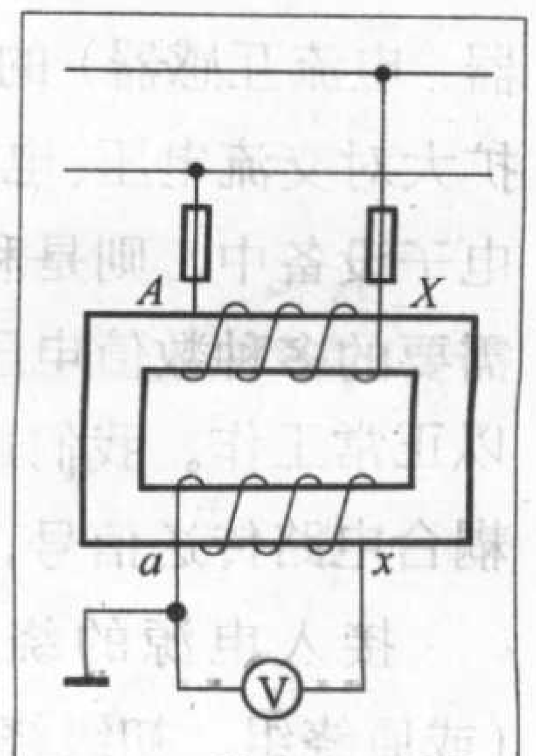


图11

图说直流电

文/杨国治

直流电机分直流发电机和直流电动机两大类。直流发电机是将机械能转换成直流电能输出，而直流电动机则是将直流电能转换成机械能输出，它们具有可逆性。直流电动机由于调速性能好，启动转矩较大，在龙门刨床、轧钢机、高炉装料系统及矿井提升设备等领域应用较为广泛。但随着交流电动机变频技术的迅速发展，在许多领域中直流电动机有被交流电动机取代的趋势。

1. 直流电机的基本结构

直流电机的基本结构如图1所示。

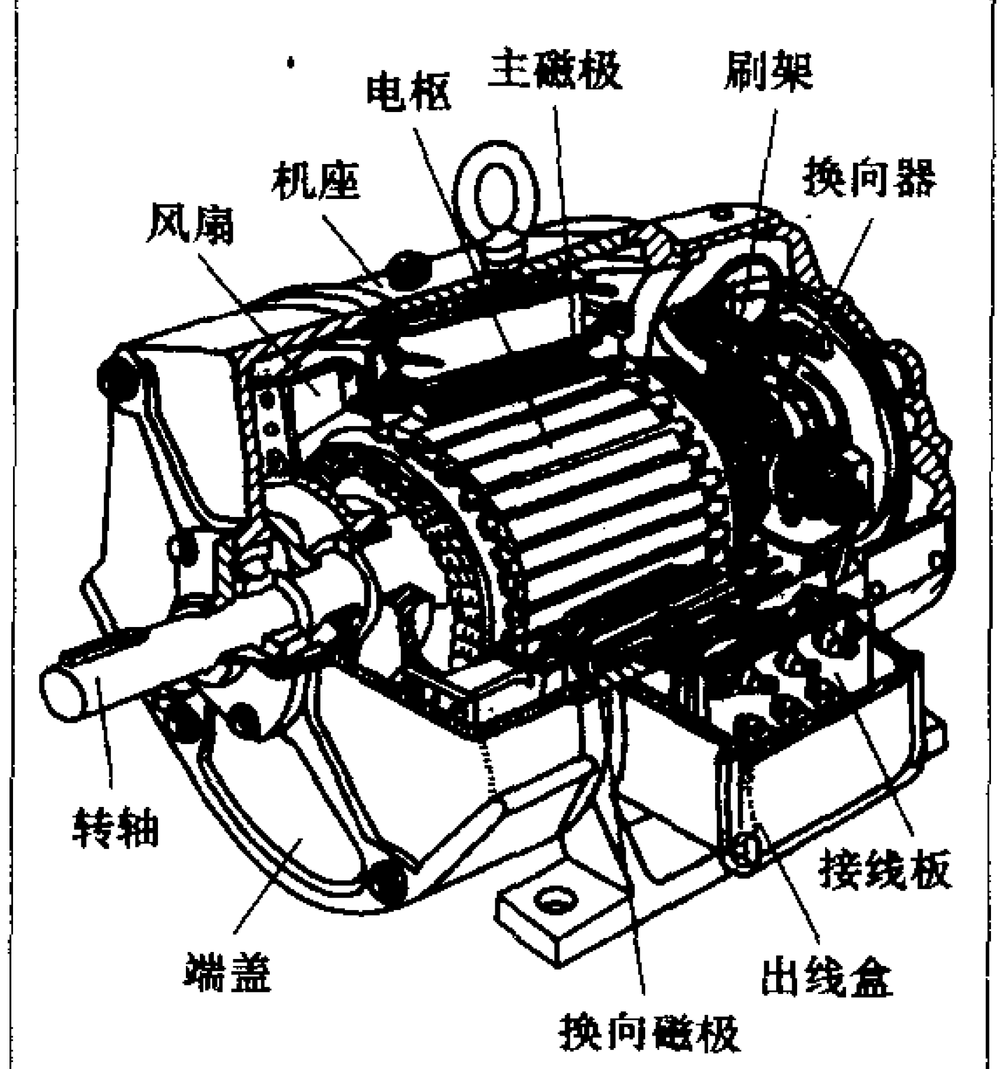


图1

(1) 定子：是产生电机磁场并构成磁路的部件，它又分以下几部分：

① 机座：作为主磁场及换向磁场的磁路，并固定主磁极、换向器及支撑整台电机。

② 主磁极铁心：是主磁场的磁路部分。

③ 主磁极绕组：通入直流电，产生主磁场。

④ 换向极（附加极）：是改善换向，由换向极铁心及绕组组成，换向绕组同电枢绕组串联。

(2) 转子（电枢）：转子是能量转换的重要部分，由以下部件组成：

① 电枢铁心：是磁路的一部分，并嵌放电枢绕组。

② 电枢绕组：产生感应电动势和通过电流，实现电机的能量转换。

③ 换向器：用来实现电枢绕组中产生的交变电动势及电流与电刷间的直流电动势及电流之间的转换。

(3) 其他部件：包括电刷装置、端盖、轴承及风扇等。

2. 直流发电机是怎样发电的

直流发电机是根据导体在磁场中运动时切割磁力线而产生感应电动势（即磁生电）这一原理制成，如图2所示。

图中，两个磁极N、S，建立恒定磁场。两磁极中间是圆柱形电枢铁心。电枢绕组abcd两端接有两个半圆形铜片，称为换向器，固装在电枢转轴上并与转轴绝缘。A、B为固定电刷与外电路相连。

在原动机（如汽轮机、柴油机）带动下，电枢沿逆时针方向旋转。在图2 (a) 位置，线圈两边ab、cd切割磁力线产生感应电动势，根据右手定则，知电流从B刷流入，A刷流出，即A刷为正极，B刷为负极，电流在线圈中的流动方向为d→c→b→a。

当电枢线圈转过90°时，两线圈边ab、cd处于磁物理中性面上，如图2 (b) 所示。此时不切割磁力线，感应电动势为零。虽两个电刷与两换向器片相接，将线圈短路，但线圈中无电流，由于短接瞬间极短，对感应电流输出无影响。

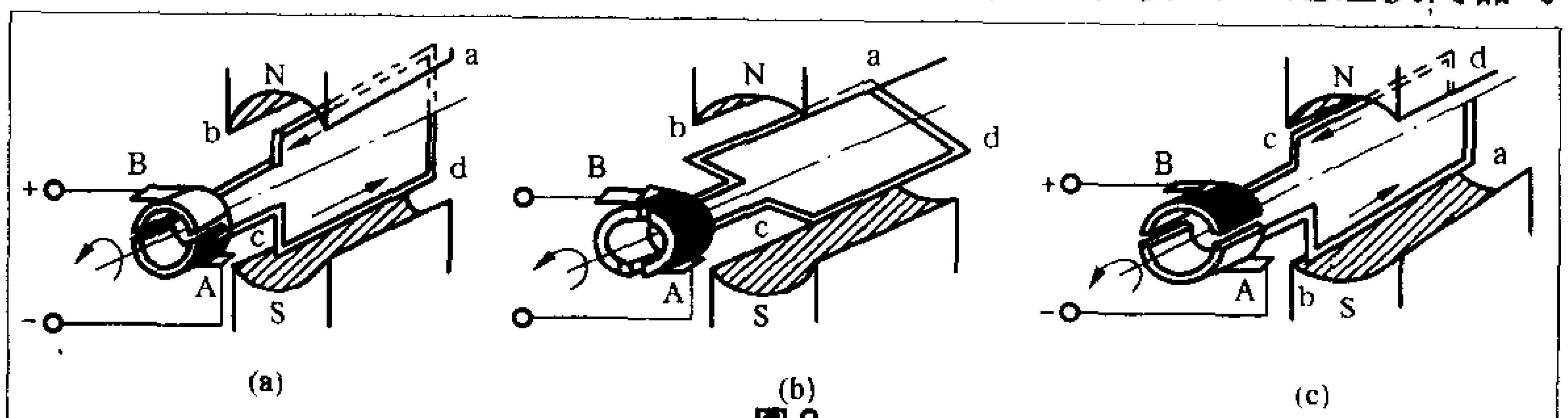


图2

电枢线圈连续转动，ab边由N极下转到S极下，cd边由S极下转到N极下，如图2 (c) 所示，则两线圈边中的感应电动势相反，电流流动方向为a→b→c→d。

由上述可知，线圈abcd不停地转动，感应电动势的方向交替变化，但通过换向器由电刷A、B引出的电动势极性却永不改变，也就是说换向器把电枢线圈中的交流电变成了直流电。

3. 直流电动机是怎样转动起来的

直流电动机是根据载流导体在磁场中受力产生力矩（电生磁）而旋转的原理制造的。它是由主磁极提供固定不变的磁场，通电的电枢绕组绕转轴旋转。外加直流电源，经两只固定的电刷A、B分别与换向片紧密接触，向电枢绕组提供直流电，如图3 (a) 所示。此时，线圈dc边的电流是流入，ba边的电流为流出，根据左手定则可知，dc受到方向向下的电磁力，ba边受到方向向上的电磁力，两电磁力形成电磁转矩而使电枢轴顺时针转动。当电枢线圈转过90°时到达图3 (b) 所示的位置时，电刷A、B分别与换向器片两连接处接触，因该接合处不导电，所以电枢绕组没有电流流过，但由于惯性的作用电枢仍能旋转。当电枢绕组的ab边从N极下转到S极下，cd边从S极下转到N极下时，如图3 (c) 所示。此时，电枢绕组ab边经换向器与

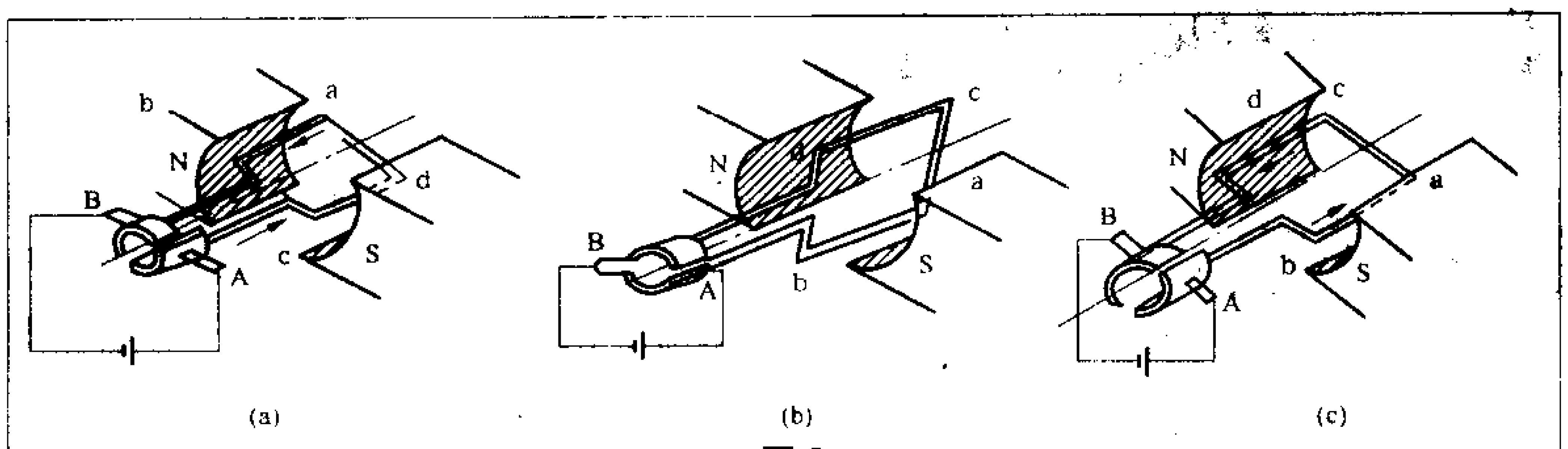


图3

电刷A（+）接触，绕组cd边经换向器与电刷B（–）接触，虽绕组两边的电流方向与图3（a）相反，但整个绕组电流方向不变，电枢仍受到一个顺时针方向的转矩而顺时针方向转动。这样，外电路的电流方向不变，在换向器的作用下便保证了任一磁极下导体中的电流方向不变，从而实现了旋转方向不变，使电动机转动起来。

4. 直流电动机的反转

根据左手定则，可知导体运动的方向是由磁通方向和导体中电流的方向所决定，这样改变其中一个量的方向，导体运动方向即会改变。可见，直流电动机的转动方向取决于电枢电流和磁极磁通的方向，而磁通方向又由励磁电流的方向决定。因此，改变直流电动机旋转方向的方法有两种，一是改变电枢绕组中的电流方向，保持励磁绕组中的电流方向不变，如图4所示。在实际应用中，若从电源上将励磁绕组断开，会产生较大的自感电动势，很容易把励磁绕组绝缘击穿，一般并不采用。而采用较广的是改变电动机转动方向的方法，即用闸刀开关变换电枢电流的方向，如图5所示。

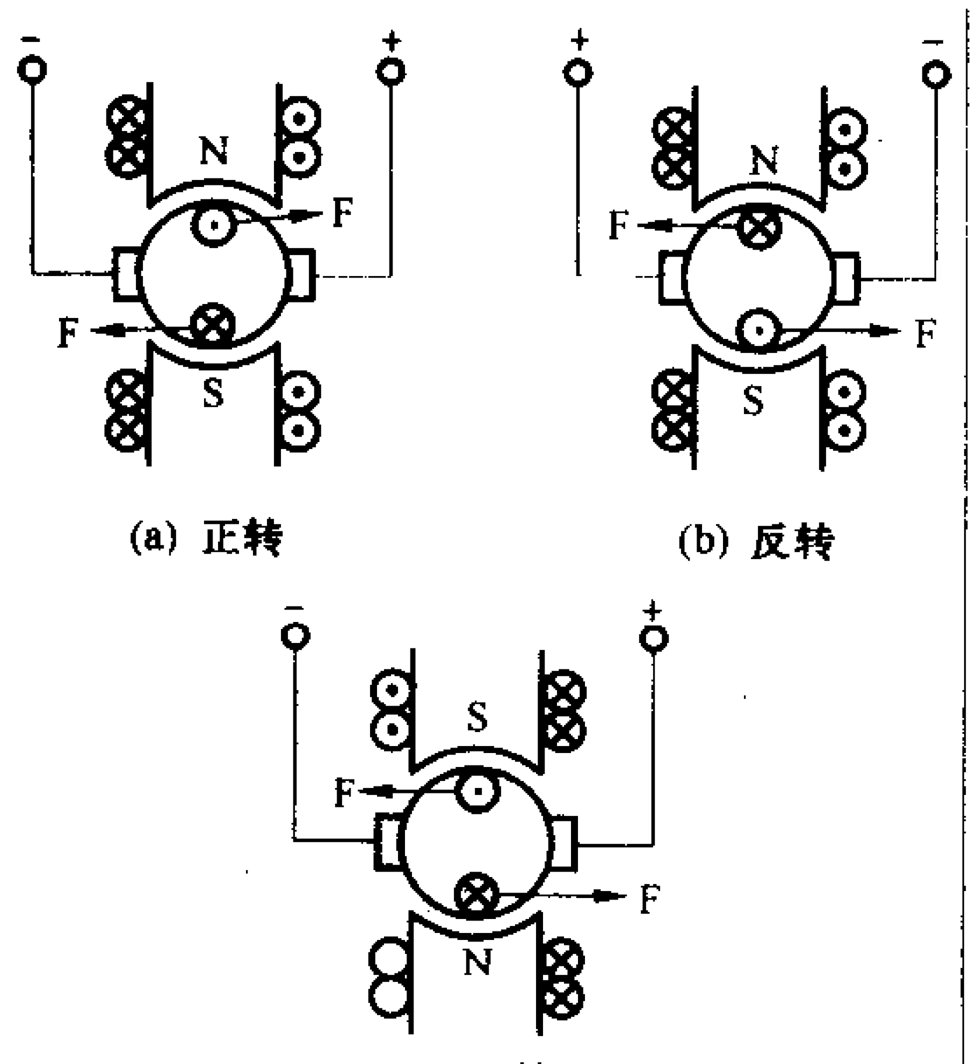


图4

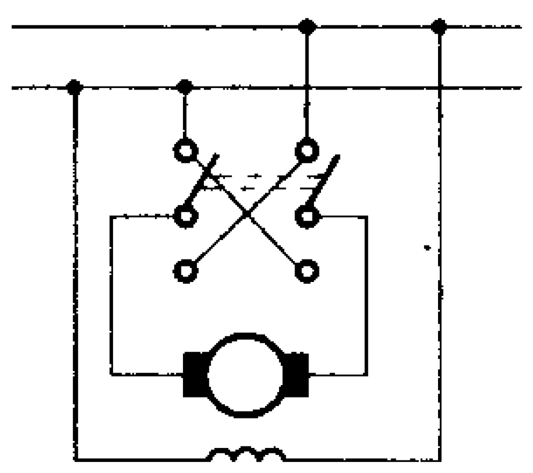


图5

5. 直流电动机的制动与调速

（1）直流电动机的制动

直流电动机常用的制动方法，一是能耗制动，如图6所示。它是在制动过程中，将电动机惯性旋转的动能变成电能消耗在电阻上，达到迅速停转的目的。另是反接制动，如图7所示。它是将电枢绕组反接，由此而产生与原惯性转动方向相反的电磁转矩，迫使电动机迅速停转。

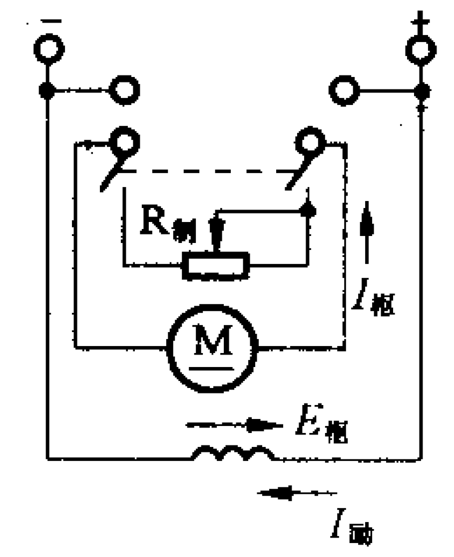


图6

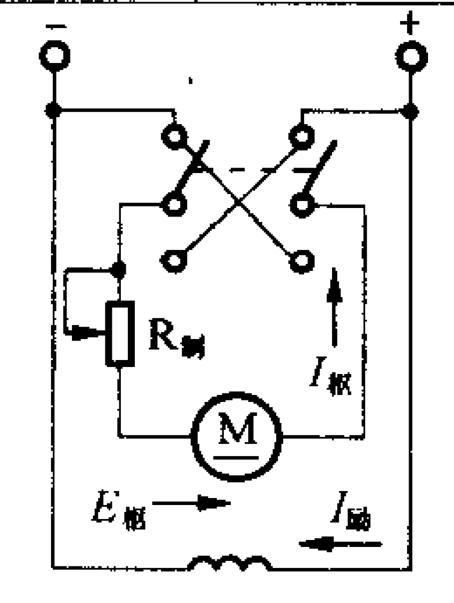


图7

（2）直流电动机的调速

直流电动机的调速方法有：改变电枢回路电阻$R_{调}$，如图8所示。改变励磁电流，即通过改变主磁通来调节转速，如图9所示。

6. 直流电动机的分类

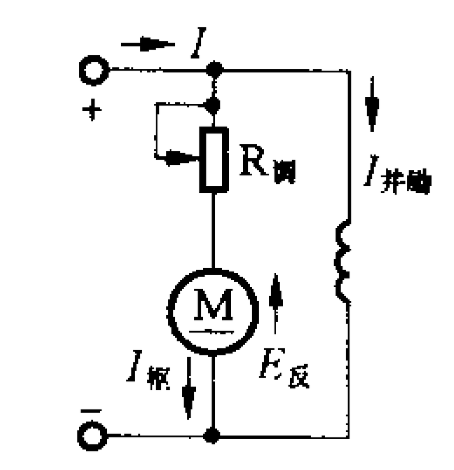


图8

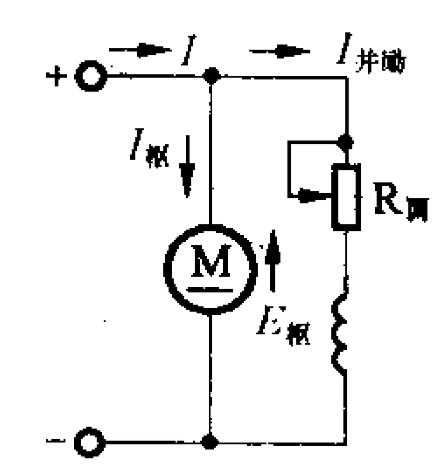


图9

常见的直流电动机按其励磁方式的不同，分为以下几类：

（1）他励电动机，如图10所示。励磁绕组和电枢绕组分别由两个直流电源供电，励磁电流与电枢电压无关，可由磁场电阻调节。

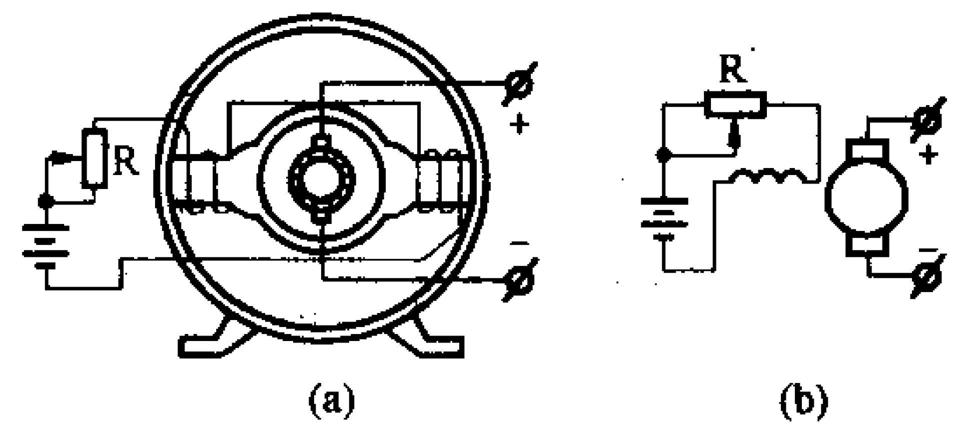


图10

（2）并励电动机，如图11所示。励磁绕组和电枢绕组并联于同一电源上，励磁电流与电枢电压有关，并励绕组匝数较多、导线较细。

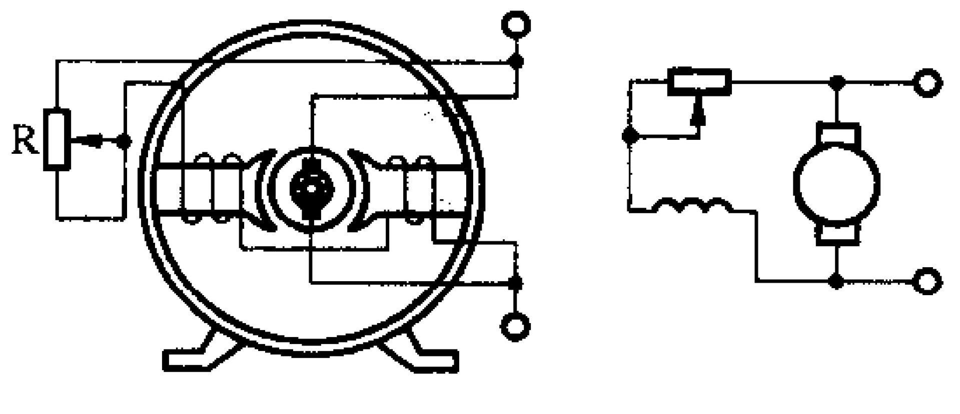


图11

（3）串励电动机，如图12所示。励磁绕组和电枢绕组串联，励磁绕组匝数较少，导线较粗。

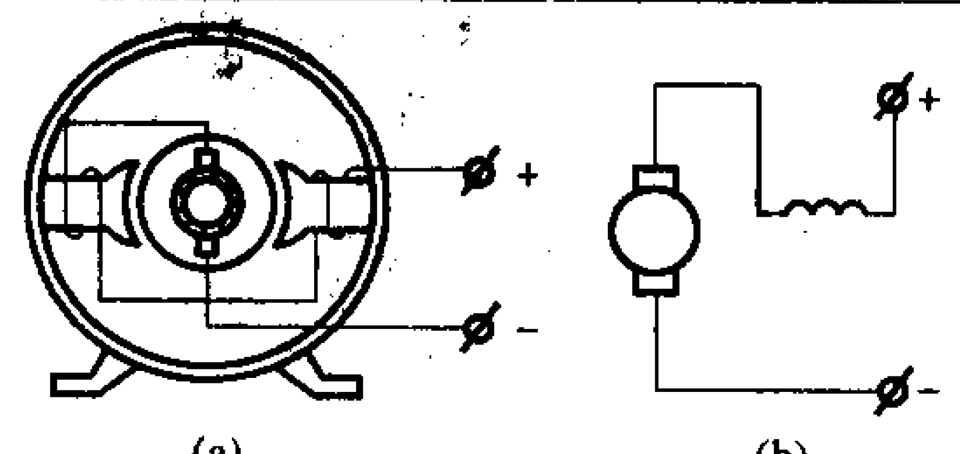


图12

（4）复励电动机，如图13所示。有两个励磁绕组，一个与电枢串联，一个与电枢并联。

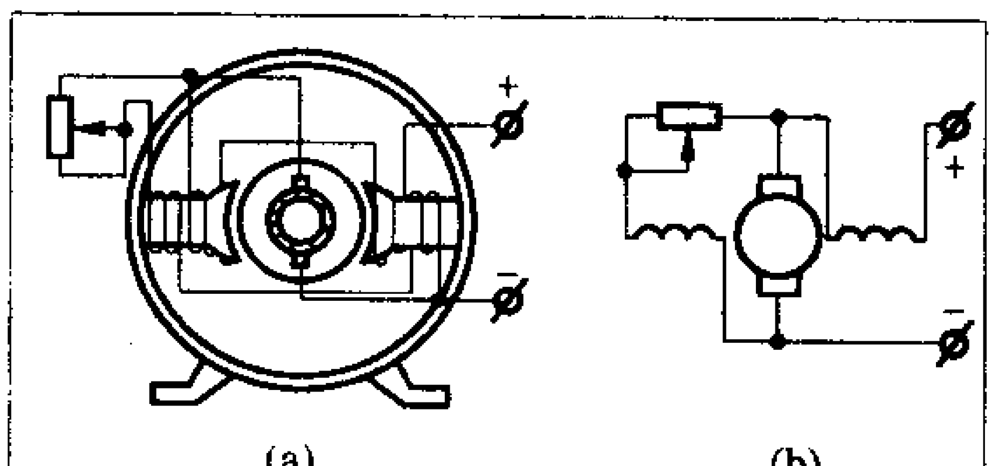


图13

上述（2）、（3）、（4）三种电动机，由于它们的励磁绕组和电枢共用同一电源，又称作自励式直流电动机。

住宅线路隐蔽工程设计方案示例

文 / 林文彬

住宅装修中的电气线路隐蔽工程是最早动工项目内容之一，其设计方案与施工质量的优劣关系着业主的使用安全、经济实用与便利。

图1是一例住宅户型平面图，强电配电箱中具体配置见图2。弱电配电箱替换了家庭信息接入箱（见图3，电话一进四出；电脑一进二出；电视一进四出；弱电转接，六路安防，一路进出视频），便于灵活应用。

根据室内各单元电器配置情况，具体实施方案介绍如下。

一、个性化配置概述

（1）在卫生间设置了光敏红外热释放感应照明自动开关装置（图4）；（2）将客厅的落地灯也改装成上述感应灯；（3）在阳台及主卧室的落地窗上配置了智能电动窗帘机，能遥控、手动控制，电源取自其附近的空调插座；（4）在室内每个单元的功能区位置设置了音乐背景扬声器6只，每个单元声音可作开关控制，由单独的定压功放驱动；（5）在阳台的“好望角”位置与主卧电视机位置预留监控摄像的视频、音频线及带云台控制的控制线到主卧房去。

二、厨、卫线路配置

厨房、卫生间是油烟、水汽特别重的场所（不合适装设电话），生活电器又特别多。这些电器免不了会偶然一起工作，总电功率一定很大。根据厨、卫间都是有钢架龙阁，铝扣板吊顶的特点，所有线路不走地下，而一律规范穿管布线（友情提示：（1）必须选用绝缘耐压500V的GB国标铜芯电线，采用单相三线制，即红色为相线L、黑色为零线N、黄绿色为保护接地线PE。严禁利用地设作零线构成一线一地（图5），导线两端悬空情况下相互之间的绝缘电阻及对地绝缘电阻不应小于0.5MΩ；（2）最小管径不得小于13mm，管内导线总截面积不得超过管内有效面积的40%；穿管内导线不得打结连接；线盒内导线余留长15cm为宜；原则上不同回路，不同电压，交流与直流的导线不得穿入同一管内。从吊顶内固定敷设再在墙内到目的地位置。

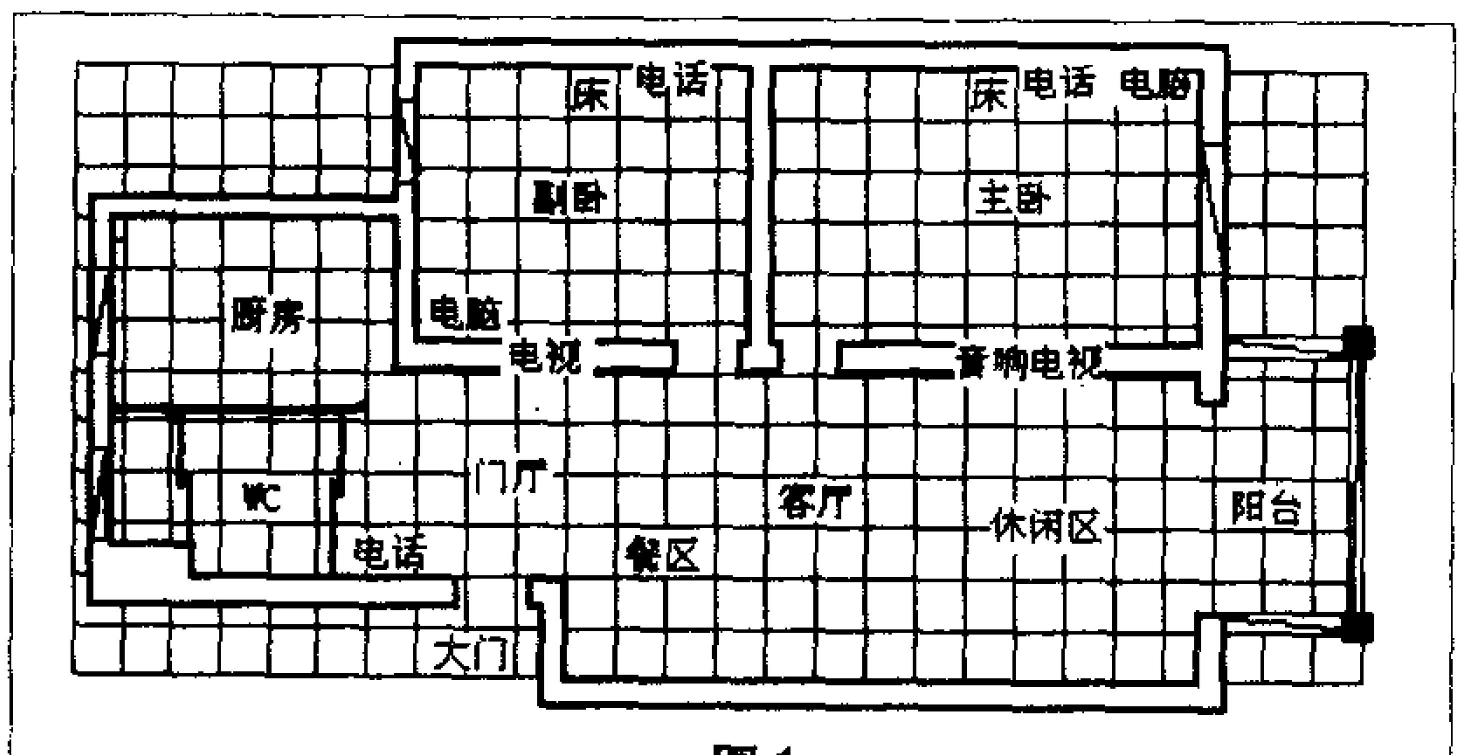
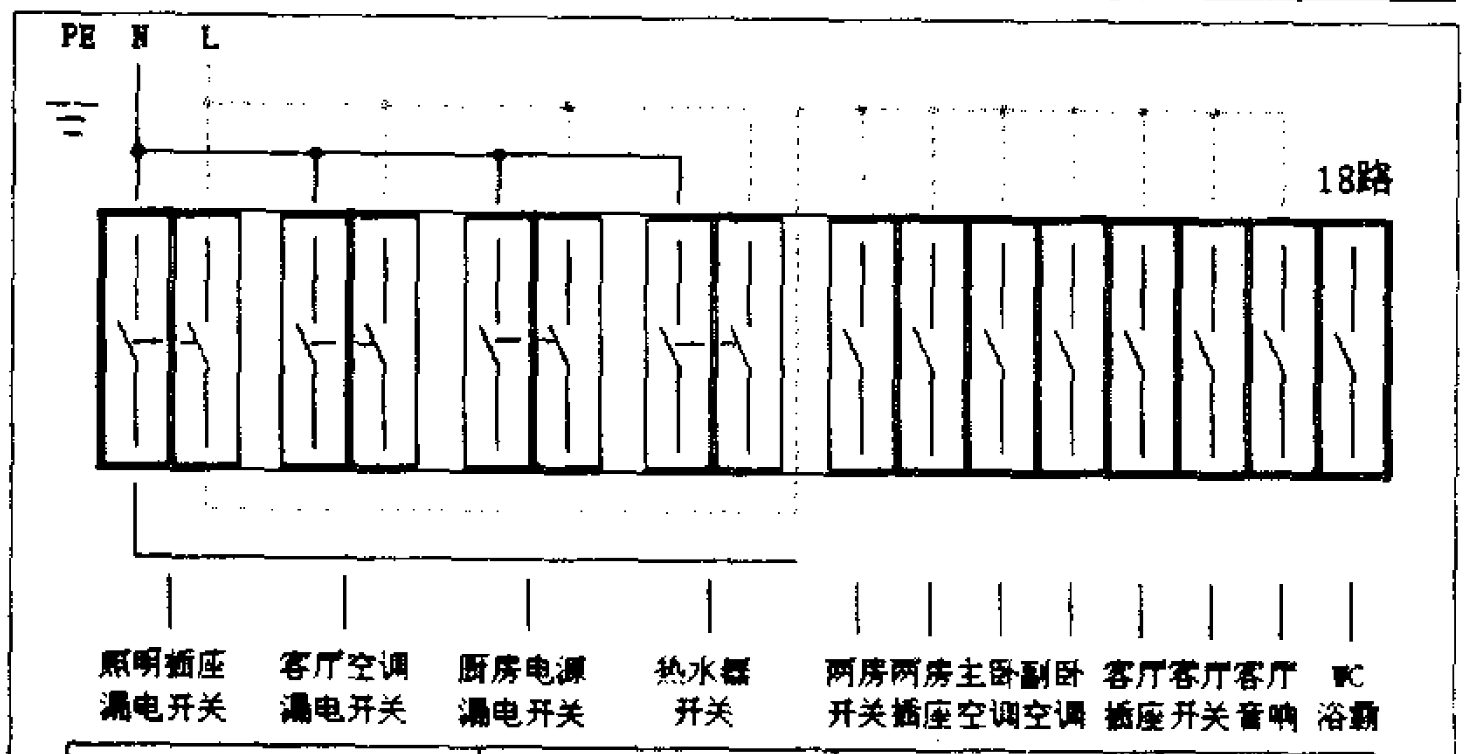


图1



线径：（平方毫米）	安全载流量：（安培）	穿管直径：（毫米）	价格：（元）
1.5（1.37= 7根乘0.6）	13—14	13	73—132
2.5（1.76= 19根乘0.41）	18—21	16	108—209
4 （2.24= 19根乘0.52）	24—27	19	174—219
6 （2.73= 19根乘0.64）	31—36	19	210—246

图2

要求：（1）因即热式热水器最大功率由7kW向下9挡调节，自带漏电保护等多重保护功能，所以选用6mm²的导线与热水器直接连接，由32A/2P空气开关控制，并附带一个距地1.3m的二、三眼防溅型壁式插座电源（图6），面对上面正中间的孔是接保护接地黄绿线的，下面斜向的孔为左零黑色N线，右相红色L线接法；（2）浴霸集照明、暖风、排气功能于一体，总功率也不小于2kW，所以采用2.5mm²规定色标线布线到淋浴房门就近距地1.3m高度的控制开关（产品附件）及浴霸上。由10A/1P空气开关控制，并附带WC小容量自动照明电源（灯具宜选防水型）；（3）在上面所提的厨房电器，在安装位置就近都要按上述安装规程规定布线，预留二、三眼电源壁式插座6～10只，其中油烟机插座应距地1.8m以上。采用4mm²规定色标线布线。绝对不能选用导线插入式安装的插座，选用压板式压紧导线的插座接触面大、可靠，不易松动、发热。由25A单极双断漏电保护开关（动作剩余电流小于30mA/0.1秒）控制，附带厨房小容量照明电源。(4)厨房照明开关安装位置距地1.3m，距厨房门框0.2m（图7）。采用1.5mm²规定色标线布线。

三、客厅、阳台线路配置

1.强电线路

（1）2匹/50立柜空调机配用2.5mm²线，离地0.3m墙上位置专配

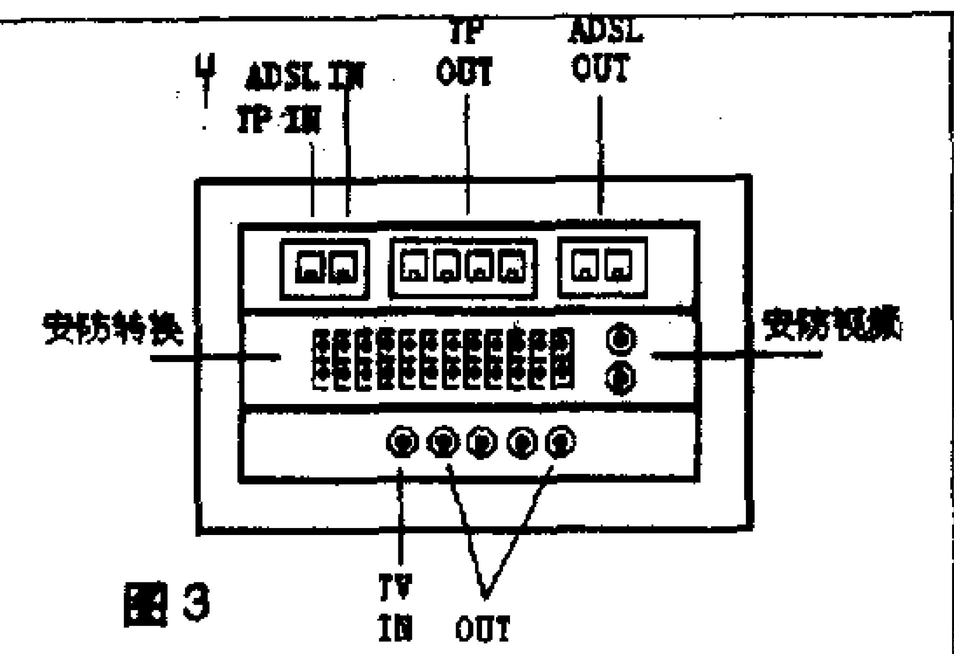


图3

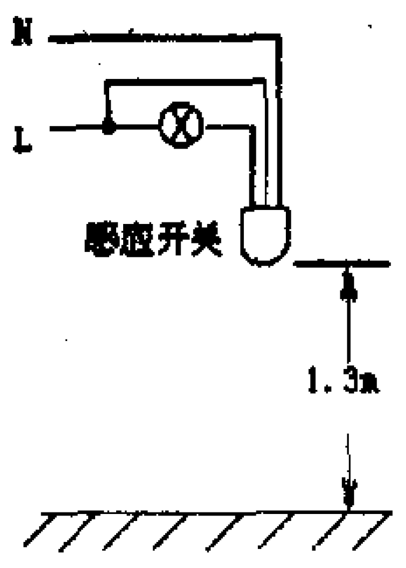


图4

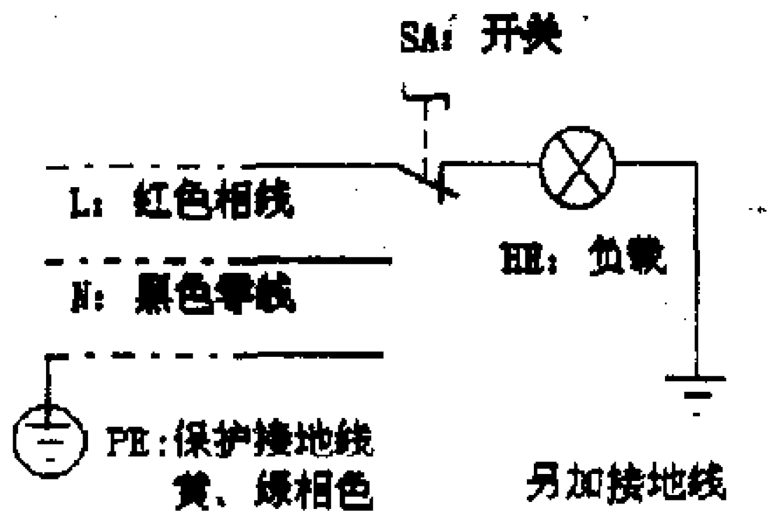


图5

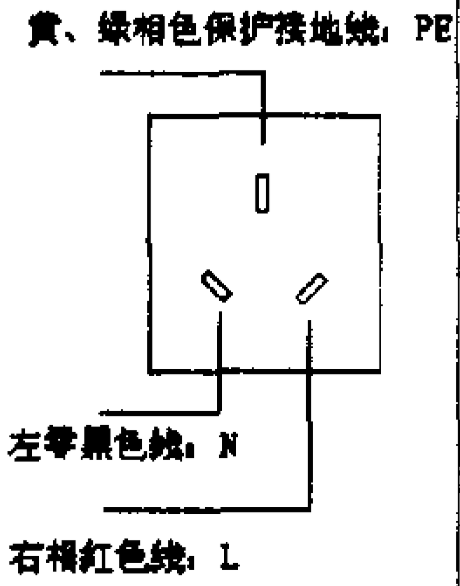
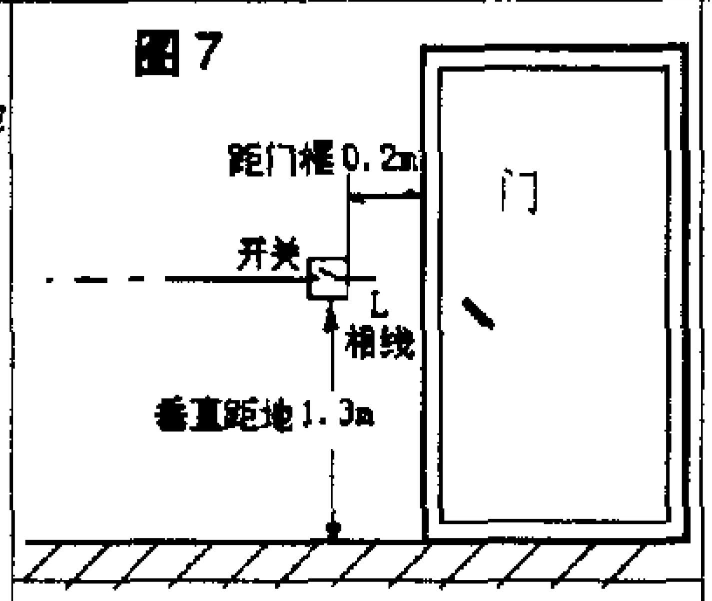


图6

图7


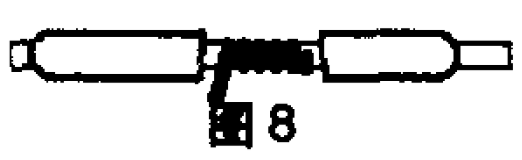


图8

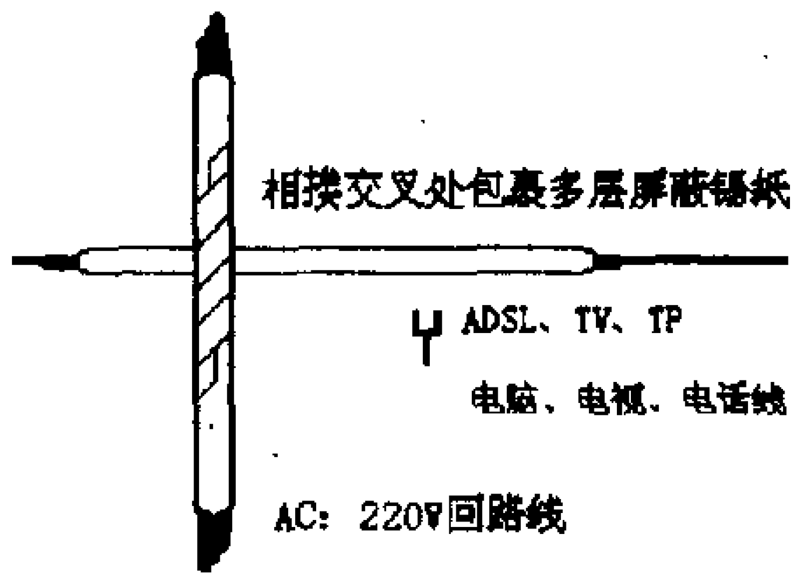


图9

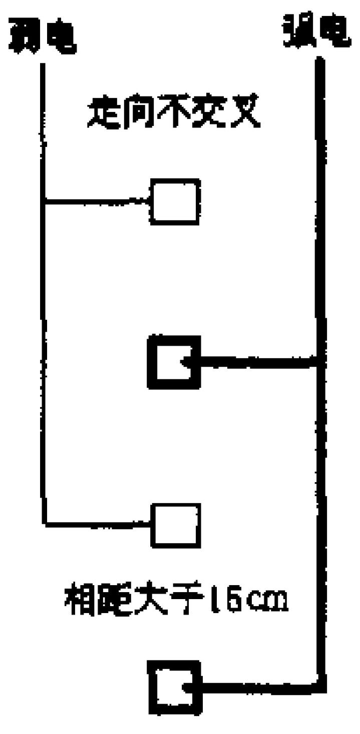


图10

16A三眼电源插座（带一部小功率电动窗帘机电源）；由25A单极双断漏电保护开关单独控制。

（2）AV即音频、视频设备电源线采用$4mm^2$（音响，尤其在Hi-Fi状态下，保障音频速率）的，建议经过电源净化滤波器（30A）再进电源插座。在离地1.3m位置成排集装二、三眼电源壁插座5只（高度位置要统一，高低误差不大于2mm），同时主、副卧室的电视，电脑的电源都由此处供电，由25A/1P空气开关单独控制。

（3）备用插座应设在方便的位置，如沙发、餐边柜两旁距地0.3m墙上；餐桌下地面设一10A/三眼铜质地插座（方便电火锅使用）；阳台合适位置，距地1.3m处装二、三眼电源壁式插座（洗衣机）。采用$2.5mm^2$线，由16A/1P空气开关单独控制。同一回路的插座电源线在穿过每个线盒时建议采用不开断接线工艺，将它作为一条相对无接触电阻的母线穿过每个线盒。用相同线径在母线上破皮，芯线垂直密绕5圈（图8）绝缘处理后引出线到插座面板接线孔。用此方法日后可减少插座线路开路、发热、接触不良等故障。

（4）顶部的回光灯、筒灯、主灯由$2.5mm^2$线做照明主线，10A/1P空气开关单独控制。

（5）门厅距地1.8m合适位置设一停电应急灯电源插座，用$1.5mm^2$两芯护套线由进户总开关控制。

2.弱电线路

（1）在客厅门厅的玄关位置设子、母移动电话一部，由信息接入箱引入线路。

（2）由信息接入箱引出75Ω同轴射频电缆到客厅电视机。

（3）由信息接入箱引出楼宇可视对讲及门控线到设备位置。

（4）左右两根1.5m长的Hi-Fi音响线（高保真）入墙预留到位。这些弱电线理所当然要穿管敷设，鉴于凡是信号线与强电线水平距离要相距不小于15cm，垂直相靠时要包裹多层抗干扰屏蔽锡纸（图9）的要求，因此，有些管线就从装饰吊顶内固定敷设后再入墙内到目的地位置。也可如图（图10）方法走线避免交叉。

四、主、副卧房线路配置

1.强电线路

（1）主卧电视机插座位置在客厅电视机位置背面；副卧电视机与电脑相近，因此它们的插座电源都来自客厅音响滤波电源。

（2）主、副卧房分体空调各由三根$2.5mm^2$线单独供电，16A三眼插座距地1.8m，分别由10A/1P空气开关单独控制。

（3）主、副卧床两边及其他设置插座位置前不应有阻挡，由$2.5mm^2$线供电，采用上述不开断接线工艺，由16A/1P空气开关单独控制。有关安全规则规定，家庭严禁装设床头开关和灯头开关（图11）。

（4）主、副卧房顶灯、壁灯、开关线都宜采用$1.5mm^2$的导线，房门口与床头中心墙上规定位置组成双联控制较方便，由16A/1P空气开关单独控制。

2.弱电线路

（1）副卧电视机射频信号源由信息接入箱引出75Ω同轴射频电缆到射频信号二分配器再接入电视机。同时在墙背面门厅墙上位置通过分配器预留射频信号插座。

（2）主卧电视机射频信号源由信息接入箱引出75Ω同轴射频电缆到电视机射频信号插座。在主、副卧房电视机之间预留一路音（L、R）、视频线（各种信号转换，共享）。

（3）主、副卧电脑宽带线、电话线都分别从信息接入箱引入到对应规定规格插座上。

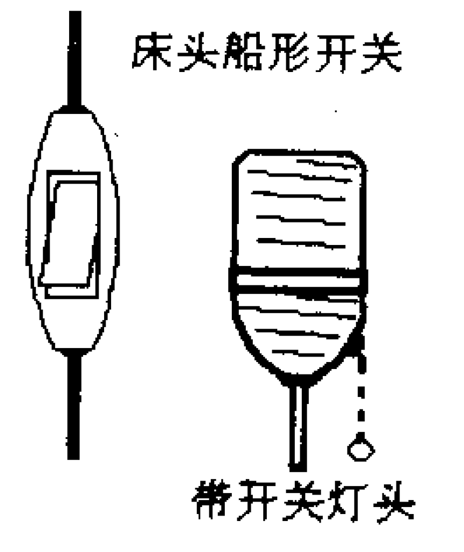


图11

（4）全区各单元的背景音乐由副卧的音源，定压功放配线传送。

家庭安全用电不可忽视的因素

——插头插座的选购和安装

文/肖 军

家用电器都是通过插头和插座与电源连接。值得注意的是：目前城镇市场上销售的插座有不少是假冒伪劣产品和“三无”产品；在家庭用电中普遍存在购买的插座质量不合格，安装不合规范的问题。这些问题给家用电器的使用者埋下了事故隐患。为此，正确选购和安装插座应当引起普遍关注。

1.劣质插头、插座是引发家电火灾和人身伤亡的“隐形杀手”

质量低劣的插头、插座会危害家用电器，甚至会导致火灾和触电事故。近年来因劣质插头、插座短路、漏电而导致人员触电身亡的事故常有发生，劣质插头、插座已经成为引发电器火灾和人身伤亡的“隐形杀手”之一。

不久前国家质监局对插头、插座和电源开关产品进行专项质量检查表明，插头、插座的合格率仅为64.6%。主要问题表现在：插座的插孔尺寸和防触电保护设计以及耐热项目不合格；移动式插座的连接电源线横截面积偏小；绝缘材料的耐热试验不合格。

有关专家提醒消费者：插头、插座质量的好坏直接关系到人身和财产安全，在选购插头、插座时务必认准品牌，以免引发危险。

消费者在选购和使用插座时，应到大型商场、超市选购知名的产品；应察看产品的标识是否齐全，是否包括企业名称、规格型号，额定电流值，电源性质符号，相关警示语及是否通过3C认证等；应根据电器的功率选择相应的产品，功率较大的两种家用电器不要插在同一个插座上；消费者在使用过程中如果因为产品质量问题而遭受损失，可以向质量技术监督部门投诉，或者直接到法院起诉。

2.选择插头、插座要选购安全性能好的产品

选择插头、插座产品时主要应注意以下几个问题：

看材料与外观质量。优质插头、插座面板所使用的材料，在阻燃性、绝缘性、抗冲击性和防潮性等方面都十分出色，材质稳定性强，不易变色。从外观上看，表面光洁平滑、无气泡、无划痕、无污迹、色彩均匀，一般是好产品；表面不太光滑，摸起来有薄、脆感觉的产品，各项性能往往是不可信赖的。插座的插孔需装有保护门，插头插拔需要一定的力度，而单脚无法插入。要检查一下插座夹片的紧固程度，插力平稳是一个关键的安全因素。此外，面板上的品牌标识应该清晰、饱满，表面不能有任何毛刺。

有重量。购买插座时还应掂量一下单个插座的重量。因为插座内部的铜片厚，单个插座的重量才会大，而里面的铜片是插座最关键的部分，如果是合金的或是薄的铜片将不会有同样的重量。优质的产品因为大量使用了铜，不会有轻飘的感觉。

选服务。尽可能到正规厂家指定的专卖店或销售点去购买，并且保留购物凭证，这样才能保证能够享受到日后的售后服务。万一日后因插座原因造成损失时也有索赔的依据。

要看包装与说明书。品牌产品非常注重消费者的满意度，因此在产品包装和说明书上下的功夫是不合格产品所无法比拟的，进口品牌一定要配有中文说明书。对于产品品名、品牌、技术指标等应标注得十分清楚，从安装到安全注意事项也要一应俱全。产品包装要完整，上面应该有清晰的厂家地址电话，内有使用说明书和合格证。

最好有人性化设计家庭电子。现在好的插座采用网格结构面板和加厚安装孔，可以有效避免安装面板时用力过大导致其变形。一些高档的产品还采用了透明底座，以便于自己或电工观察产品的内部结构。有的面板会预留6~8个(上下左右及四角)固定安装孔，适合多种底座的安装需求。

看有无安全认证。合格的产品必须是获得国家认证和国际行业标准的。国产产品要通过3C认证、ISO9000系列认证，一些国际品牌还获得了其他国家和国际性的安全认证，这些会通过标识标注在产品本身、包装或说明书中。

根据用途和使用场所选用不同的插座。插座种类很多，有带开关的，也有不带开关的，也有许多插座是有很多附加安全功能和装置的，例如带熔丝、安全门、漏电保护器或指示灯的插座。在挑选插座时，应尽量选择带有保护门的产品。同时还要注意选择与家用电器的额定电流、插头规格及接线盒规格相匹配的插座。切忌使用所谓的万能插座，正确的方法应该是什么样的插头配什么样的插座。电源插座的规格、型号、接线和安装应符合规范和设计要求。当接插有触电危险的电源时，应采用能断开电源的带开关插座。

厨房、卫生间应安装防油、防潮插座，潮湿场所采用密封型保护地线

触头的保护型插座。

3.住宅装修时电气插座的合理布置

现代住宅不仅使用面积增大，而且家用电器也越来越多，功率也越来越大，为了使你的住宅在装修装饰后，方便家用电器的使用，专家提醒你，住宅内各室所需要的电气插座必须妥当的布置。

客厅插座布置。客厅是家用电器的主要使用区，从使用情况来看，分为“弱电”(电视、电话双孔插座)和“强电”(电源)多用插座。“强电”和“弱电”插座的水平距离以大于0.5m为宜，如果距离太近，“强电”对“弱电”信号会产生电磁干扰，影响使用效果。彩电、音响是摆设在一起的，彩电既需要电视插座，也需要电源插座。彩电、音响都是两孔插头，共需要两组插座。所以，“强电” 插座需要7至9组，“弱电”插座至少需要2组，这样才能满足客厅所需。一般来说，大于20m²的客厅，选择插座容量时，空调机应选用15A的三孔插座，其余可选用10A的多用插座。客厅插座底边距地1.0m较为合适，另外，小于20m²的客厅，空调机一般采用壁挂式，这个空调机插座底边距地为1.8m。如客厅大于20m²，采用柜机插座高度应为1.0m。

卧室插座。卧室主要的家用电器有电话、电视机、空调机、桌前台灯、落地台灯、床头台灯、落地风扇、电热毯等。确定床的位置是卧室插座布置的关键。一般床都是摆在房间中央，一头靠墙，双人床宽一般为1.5~1.8m。那么，床头两边各设一组(二、三孔)多用电源插座，以供床头台灯、落地风扇及电热毯之用，床头并设一个电话插座，床头的对角(指窗户方向)设一个电视插座及一组多用电源插座，以供睡前欣赏电视或桌前台灯之用，靠窗前的侧墙上设一个空调电源插座，其他适当位置设一组多用电源插座作备用。共设强电插座4至5组，弱电插座2组。住户在卧室装修中，用装饰板搞墙裙的比较少，故空调电源插座底边距地为1.8m，其余强、弱电插座底边距地0.3m。空调机电源选用15A三孔插座，其余选用10A的二、三孔多用插座。

餐厅。餐厅家用电器很少，冬天有电火锅，夏天有落地风扇等，沿墙均匀布置2组(二、三孔)多用插座即可，安装高度底边距地0.3m，容量为10A。装一个电话插座，安装高度底边距地1.4m。

厨房。厨房家用电器比较多，主要有冰箱、电饭煲、排气扇、消毒柜、电烤箱、微波炉、洗碗机、壁挂式电话机等。根据给排水设计图及建筑厨房布置大样图，确定污水池、炉台及切菜台的位置。在炉台侧面布置一组多用插座，供排气扇用，在切菜台上方及其他位置均匀布置6组插座，容量均为10A。厨房门边布置电话插座一个。以上插座底边距地均为1.4m。

洗涤间。洗涤间是人们洗脸、刷牙、梳头、洗衣的地方，比较潮湿。主要家用电器有洗衣机、电吹风等。应根据给排水设计图确定洗衣机及洗脸盆的位置，各布置一个多用插座，并采用防溅型，插座底边距地1.4m，容量为10A。

卫生间。这是人们洗澡、方便的地方，家用电器有排气扇、电暖炉、电热水器、电话机等。一个10A多用插座供排气扇用，2个15A三孔插座供电暖炉、电热水器用，底边距地均为1.8m，尽量远离淋浴器，必须采用防溅型插座。电话机插座底边距地1.4m。装电话机的原因是人们在洗澡或方便时，仍然能与外界保持联系。为使用方便阳台装一个10A多用插座，底边距地1.4m。

书房。书房主要有电脑、电话、打印机、传真机、空调机、台灯等，所以靠窗前的一边应布置好电视机、电话双孔插座一组。供电脑、传真机、打印机使用。另一边布置2组电源多用插座。窗前的侧面墙壁上布置壁挂式空调机插座一组，共需布置“强电”插座5组，“弱电”插座一组。空调机插座选用15A三孔插座，其余插座选用10A的二、三孔多用插座。

4.插座的安装要求

不同电压的插座应有明显的区别，不能互用。明装插座距地面不应低于1.8m；暗装插座距地面不应低于30cm，暗装的插座面板要紧贴墙面，四周无缝隙，安装牢固，表面光滑整洁、无碎裂、划伤。儿童场所应采用安全插座(带保险片的插座)，或将安装高度提高。同一场所安装的插座高度应一致。

安装单相两孔插座时，面对插座的右孔或上孔与相线连接，左孔或下孔与零线连接；单相三孔插座，面对插座的右孔与相线连接；左孔与零线连接；中间上方应接保护地线(PE)，PE线在插座间不得串联连接。

三孔插座的零线与保护地线一定不能接错。地插座面板与地面齐平或紧贴地面，盖板固定牢固，密封良好。家庭潮湿场所不宜安装普通型插座，以防发生漏电。同时，潮湿场所采用密封型并带保护地线触头的保护型插座，安装高度不低于1.5m。

5.使用插座应注意的问题

住宅中插座数量要充足，尽量避免使用移动插座。很多家庭都感到插座不够，要用临时线加接插座板（也叫万能插座）作补充，一块插座板上接三四个用电设备是常见现象，如果这些用电设备都是小容量是允许的。如果插座板同时接有电水壶、电热取暖器等大容量电器则是不允许的，因为导线会过载发热，时间长了会烧坏插座、导线，甚至引起火灾。(下转417页)

异步电动机是怎样转动起来的

文/杨国治

交流异步电动机可分为三相异步电动机和单相异步电动机两种，是生产与生活中广泛应用的电动机。异步电动机的转动原理，对使用和维修电动机十分重要，电工人员应当有所了解及掌握。

一、三相异步电动机的转动原理

三相异步电动机的转动原理可用以下三点来说明。

1．电生磁（即旋转磁场的产生）

三相异步电动机的定子绕组接成星形，如图1（a）所示。当定子绕组

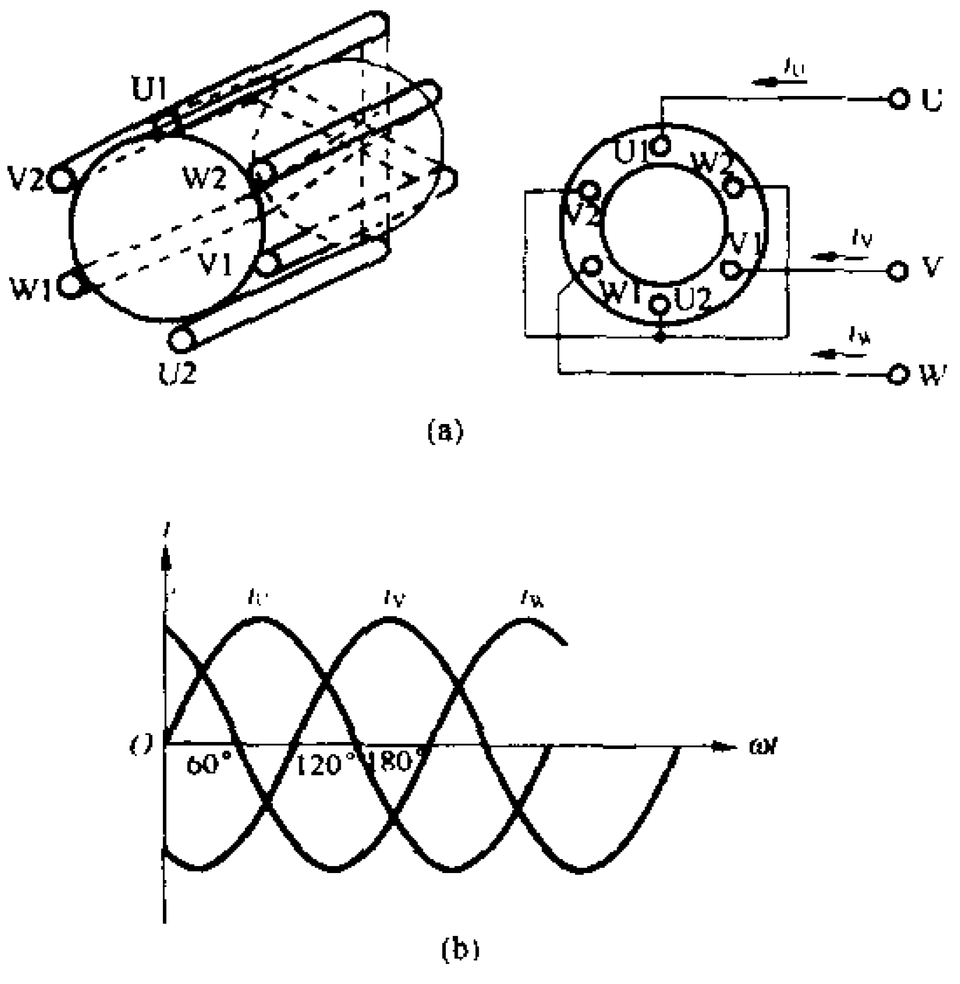


图1

中通入三相对称交流电流时，则在绕组中有对称三相电流流过，其波形图如图1（b）所示。设三相电流的相序为U—V—W，且i_U的初相角为零，则各相电流的三角函数表示式为

$i_U=I_m\sin\omega t$

$i_V=I_m\sin(\omega t-120°)$

$i_W=I_m\sin(\omega t+120°)$

为说明方便，现设定：三相交流电为正半周时，电流由绕组的首端流入，从末端流出；反之，电流从绕组的末端流入，从首端流出。这样，按不同时刻的电流方向，根据右手螺旋定则，即可

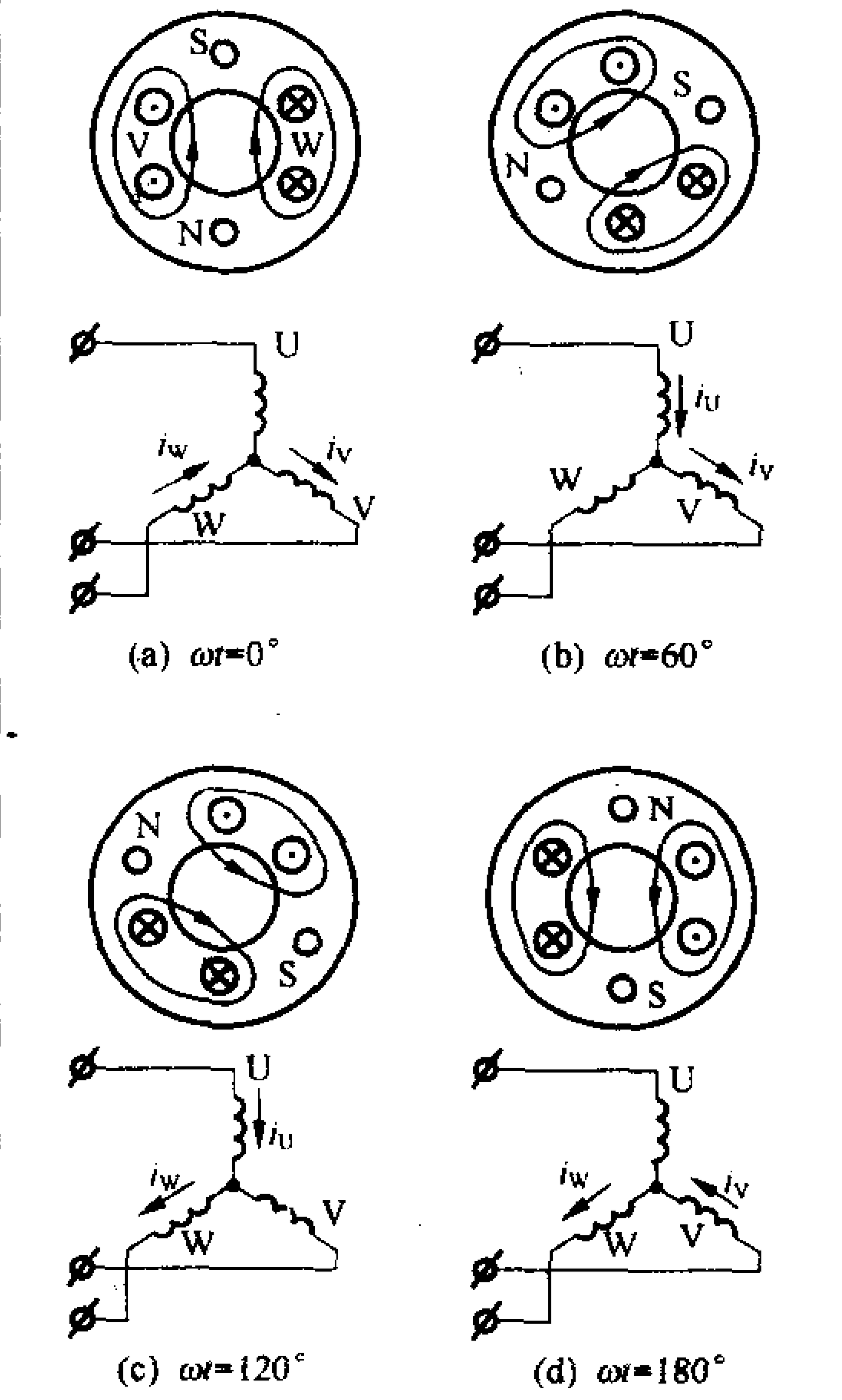


图2

画出ω t=0、ω t=60°、ω t=120°及ω t=180°时电流产生的合成磁场，如图2所示。同理，可判断出定子空间在ω t=240°、ω t=300°及ω t=360°的磁场方向，是随定子绕组的三相电流不断地变化的，它所产生的合成磁场也将在空间不断地旋转，如同磁极在空间旋转一样，这个磁场称为旋转磁场。旋转磁场的转向与相序一致，为顺时针方向。若电源频率为f，定子绕组的磁极对数为p，则转速$n_1=60f/p$。

上述是两极旋转磁场，每相绕组即一个线圈，在空间位置互差120°。如果把线圈增加一倍，每相绕组由两个线圈组成，各线圈的始端（或末端）之间在定子内圆周上以互差60°的空间角度排列，并把两个沿轴线互差180°的两线圈串联成一相绕组，三相绕组连接成星形，如图3所示。当三相绕组

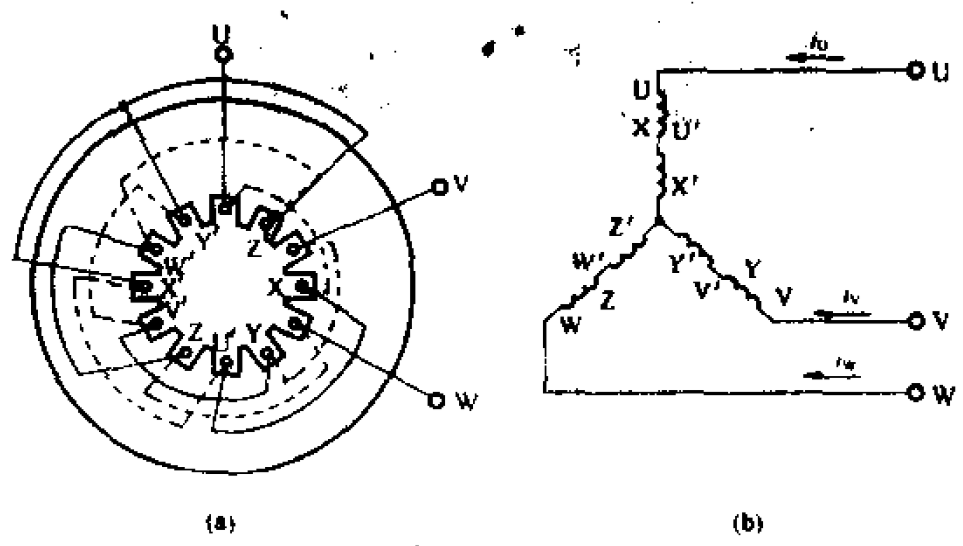


图3

通入三相正弦交流电时，便产生四极旋转磁场。若每相定子绕组由三个线圈串联组成，线圈在定子内圆周上以互差40°的空间角度排列，通入对称的三相交流电流时，就会得到六极旋转磁场。可见，适当布置定子绕组，便可得到具有不同个数磁极的旋转磁场。

2．磁生电

假定某瞬间定子空间磁场方向向下。定子旋转——磁场旋转切割转子绕组，根据右手螺旋定则，可确定转子绕组中感应电动势的方向。由于转子绕组是闭合的，便有感生电流通过，其方向与感应电动势方向相同，如图4所示。

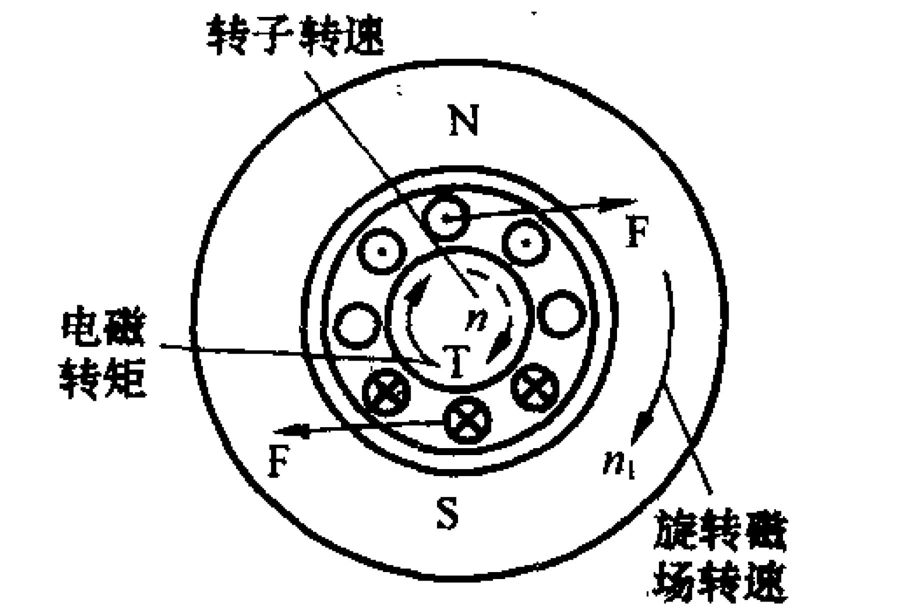


图4

3．电生力矩

定子空间有旋转磁场，转子绕组中有感应电流，根据左手定则可知转子绕组受到电磁力的作用，对转轴形成力矩，称电磁转矩。在电磁转矩的作用下，电动机便顺着旋转磁场的方向转动起来。电动机旋转的转速总是略小于旋转磁场的转速，故称作异步电动机。

二、单相异步电动机的转动原理

单相异步电动机的工作原理是在定子绕组中通入二相交流电，使定子铁芯产生旋转磁场，而鼠笼式转子切割磁力线产生的感应电流与旋转磁场相互作

一种三相交流电动机启动器

缺相保护电路的设计

文/林涛 林文彬

常规三相电动机大多数是采用磁力启动器来实现远程启动控制（图1），它只具有短路、过载保护功能，对缺相引起烧电动机是毫无防范的。主电路从熔断器开始向下的任何部位缺相，控制电路都不会作任何对应反应。

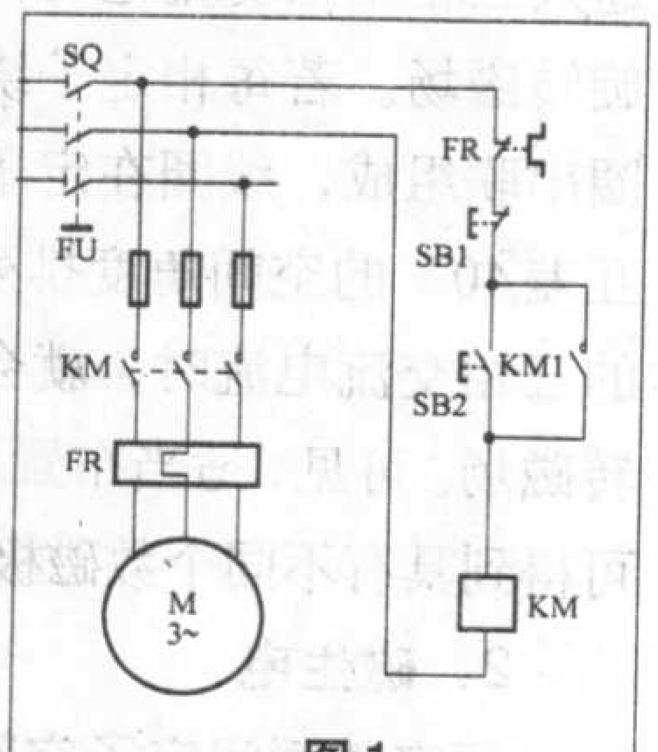


图1

经研究、分析，在电动机运行主电路回路里会出现三相电源进线缺相；熔断器熔断或接触不良缺相；接触器压线端松动，或由于振动导致导线接触不良，最终导致大电流发热烧断导线的缺相；过载保护FR热元件过热膨胀系数不稳定、不一致，而驱动机构又失灵，不能断开控制回路导致缺相而烧坏电动机。显然，不管哪种缺相，过载保护FR放在了电动机的进线端是最后一道防线，越过这道防线，电动机就会烧坏。

所谓缺相保护就是要保证电源到电动机终端的三相电压保持不缺相，为达到这个目标，在控制方式上需要作巧妙的设计、安排。既要使用同类器件（全触点电路），又要简单、稳定、可靠。既要保证在正常的运行过程中任何部位出现缺相能起到保护作用，又要保证带缺相故障时不能投入运行。为此笔者提出了图2、图3、图4所示的电动机缺相保护电路图的设计方案来表示设计构思和缺相保护的理念和方法。

图2首先把电动机的主电路进行重新组合，器件之间的顺序串联关系为：三相电源L1、L2、L3；隔离开关SQ；三相熔断器FU1、FU2、FU3；

用，使单相异步电动机转动起来。

1．二相交流电产生原理

交流电源只有两种，一种是三相交流电源，另一种是从三相交流电源中取出一相电源称为单相交流电源，在供电电路中是没有二相交流电源供电的。那么怎样得到二相交流电源呢？根据元件在交流电路中的特性，在有容抗电路里，电流的相位超前于电压。在有感抗的电路里，电流相位滞后于电压。超前或滞后的多少，决定于电阻与容抗或电阻与感抗的大小。依此，若将两条有感抗和电阻都不相同的电路，或一条有感抗的电路并联后接到单相交流电源上，则两条电路里电流的相位就不同了，便可从单相交流电源上获得二相交流电。

利用二相绕组的电阻和感抗的不同，将单相交流电分成二相交流电，称作分相电动机。利用电容器的容抗来取得二相交流电的，称电容分相电动机。它又分电容启动式及电容运转式两种。利用罩极线圈来获得二相交流电的称作罩极式电动机。

单相异步电动机只有主、副二相绕组，其排列的相对位置相隔90°。副绕组用来使转子启动，称启动绕组。主绕组是使转子持续运转，称运转绕组。

2．电容分相启动电动机运转原理

现以电容分相启动电动机为例，说明其转动原理，如图5所示。图中A为主绕组，B为副绕组，两绕组并联同一单相交流电源上。若电容器容量选得适当，可使启动绕组电流在时间相位上超前于运转绕组90°。设运转绕组电流为i_A，起动绕组电流为i_B，i_B超前i_A90°相位，则二相电流变化曲线如图6（a）所示。

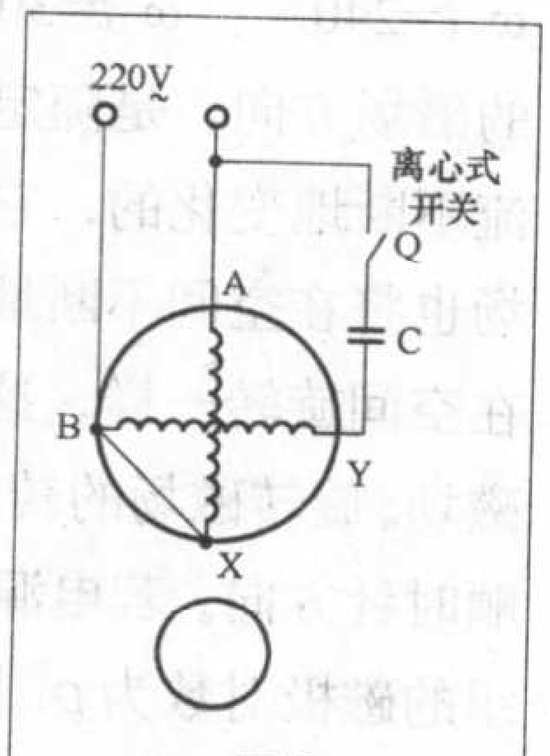


图5

为了确定二相电流流进二相绕组所产生的磁场方向，规定电流从线圈的首端（A或B）流入，用符号×表示；从线圈末端（X或Y）流出，用符号⊙表示，根据右手螺旋定则可画出ωt=0、ωt=90°、ωt=180°、ωt=270°及ωt=360°瞬时的合成磁场，如图6（b）所示。

可见，两相绕组在空间互差90°电角度，通以互差90°电角度的电流

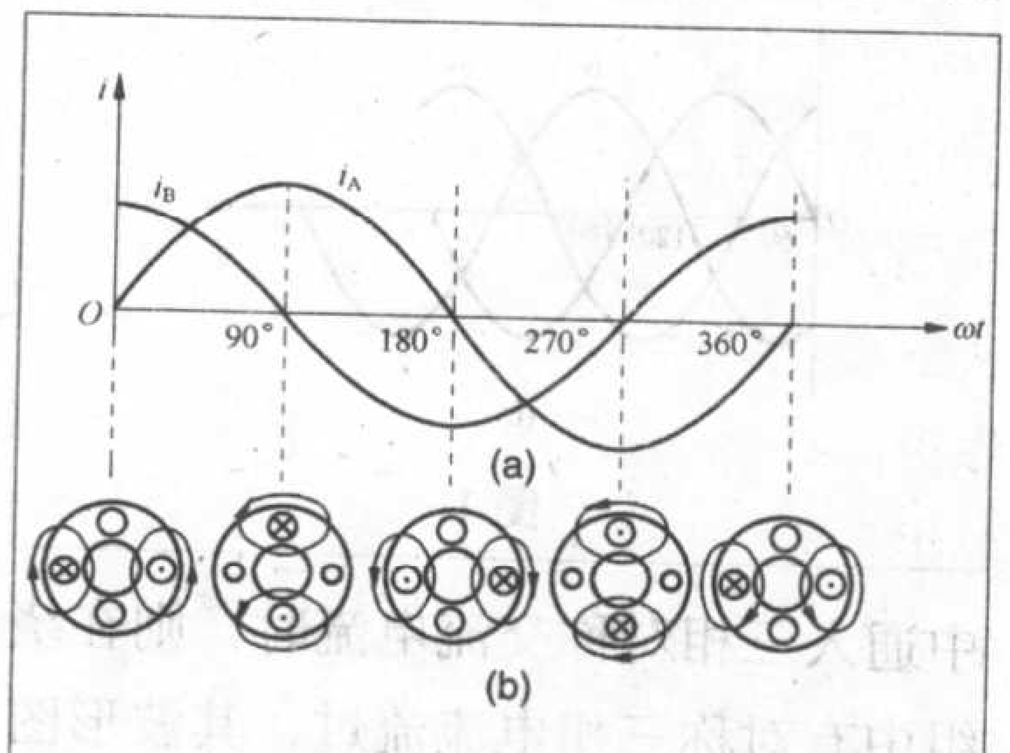


图6

则产生的二相合成磁场是一个旋转磁场。旋转磁场方向与各相绕组中电流达到最大值的次序有关。而合成磁场的方向是由电流超前的启动绕组B-Y相转向电流滞后的运转绕组A-X相。在这个旋转磁场的作用下，电动机就能启动转动起来。

将二相绕组中任一相头与尾对调接至电源，即可改变单相异步电动机的启动旋转方向。

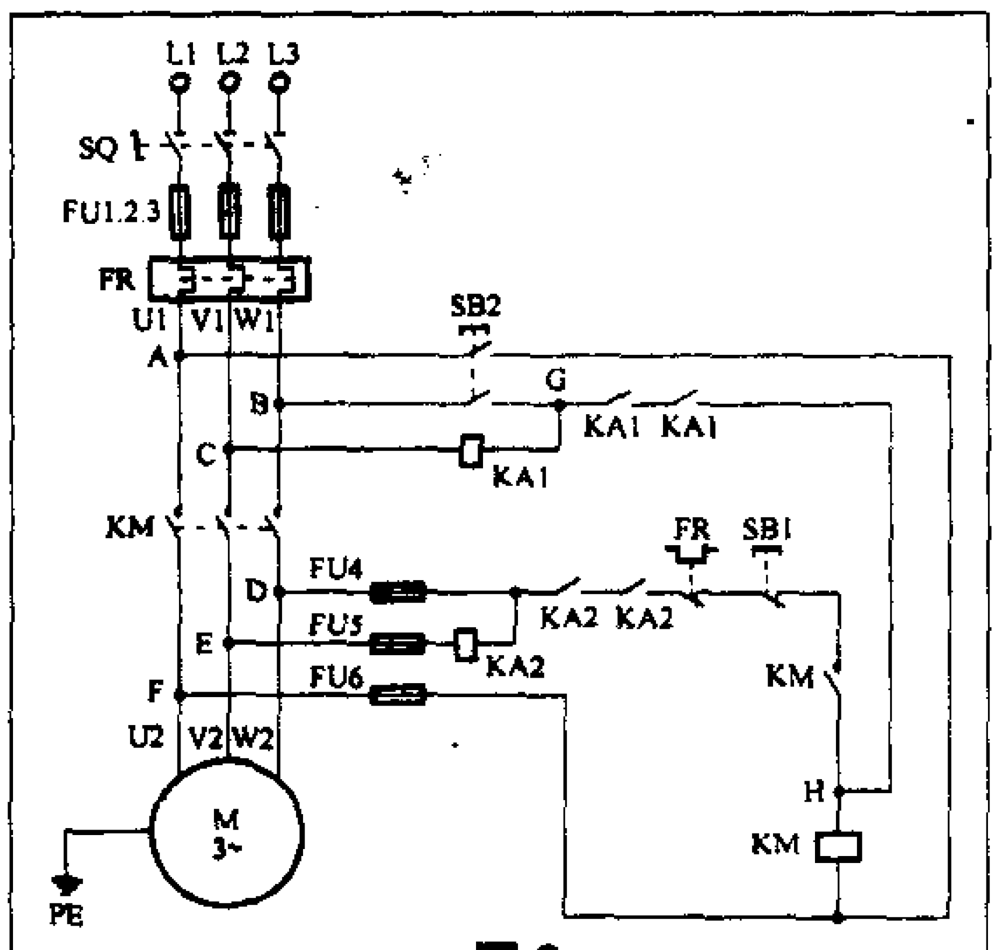


图2

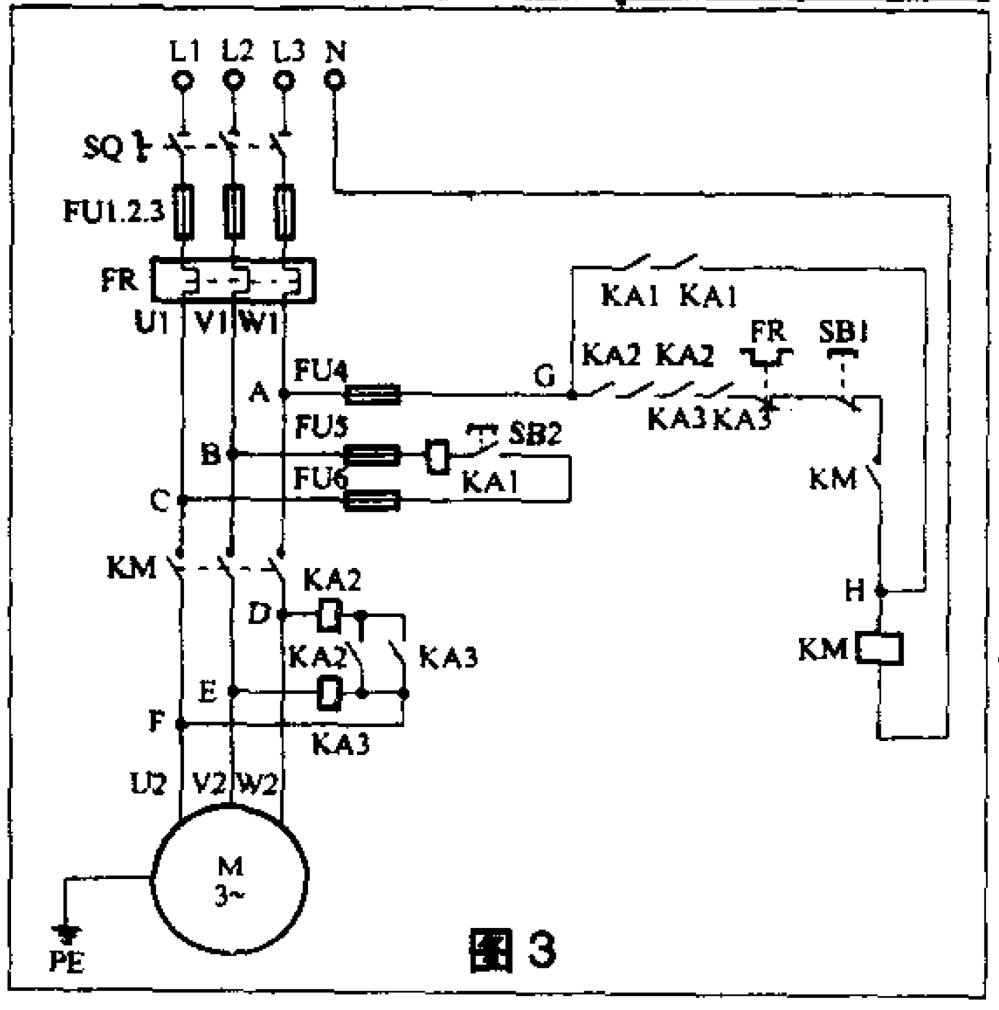


图3

三相热继电器FR；接触器KM；三相电动机M。显然，这种新建连接关系把能基本保障三相传输功能的器件FU、FR放在KM与隔离开关SQ之间。主电路以接触器KM为界，从KM前端引接三相作为相互牵制启动电源，从三相电源源头上就起到了缺相保护作用；KM后端接电动机及控制、缺相保护执行部分，KM后面继电器KA2的应用达到了保障电动机运行时三相电源正常及控制电源的维持作用。控制电源经过KA2串联的常开动合触点，到过载保护控制触点FR、停止按钮SB1、接触器辅助触点KM、接触器线圈KM。控制部分与电动机主电路处于同一得电工作、不得电停止的状态，本缺相保护设计的应用实施图与常规控制器在方法上存在着根本的不同。

设计中所用器件与传统磁力电器同类、同寿、同性能，自成一体，贯通性强。过载保护器FR的位置设置是明显的标志之一；三相牵制性启动电源、妙趣的取电方式和双路触点启动按钮SB2的应用是明显标志之二；控制部分设在电动机负荷端来作为最终检测缺相手段是本缺相保护电路明显的标志之三。特点是构思较独特、所选用器件较少，适用性强，功能可靠。但图2的不足是在单相控制要求的回路中不能使用，同时对控制回路有相位要求。因此在图2缺相保护理念的基础和要求上又进一步设计出了图3。

图3和图2主电路相同，但把控制电路移到KM前端，适应了交流220V的控制回路条件。在KM上端A、B、C点接熔断器FU4、FU5、FU6，FU5、FU6之间串联连接KA1、SB2构成启动部分；FU4与继电器KA2、KA3（缺相保护）相互串联的常开动合触点、过载保护触点FR、停止按钮SB1、主接触器KM的辅助自锁触点KM、主接触器线圈KM 相串联连接，构成控制回路；相互串联连接的启动继电器KA1常开动合触点与G、H点相并接。在KM下端D、E、F点上引接了KA2、KA3继电器线圈（缺相检测器）。D点接线圈KA2，E、F之间串联连接线圈KA3，再由KA2、KA3的常开动合触点接通KA2线圈的回路。

不能正常启动的控制电路最后还是由SB2的取电启动方式来激活、完善控制电路。当按下（接通）、松开（断开）图3中SB2瞬间，KM线圈通过KA1动合触点强制得电，主电路上接触器主触头KM打通电动机M、缺相检测器电源。而此时KA2、KA3线圈必须都得额定吸合电压后，控制电路中对应的触点KA2、KA3（缺相保护电路）一致动合，继续经FR过载保护触点、SB1停止按钮、KM自锁触点控制整个电路。这时除电动机本身外，在电路任何部位缺相，控制电路都会监测、保护电动机正常运行。其对应触点KA2、KA3 串接在控制回路中，如任一相缺相都会使线圈失电释放，控

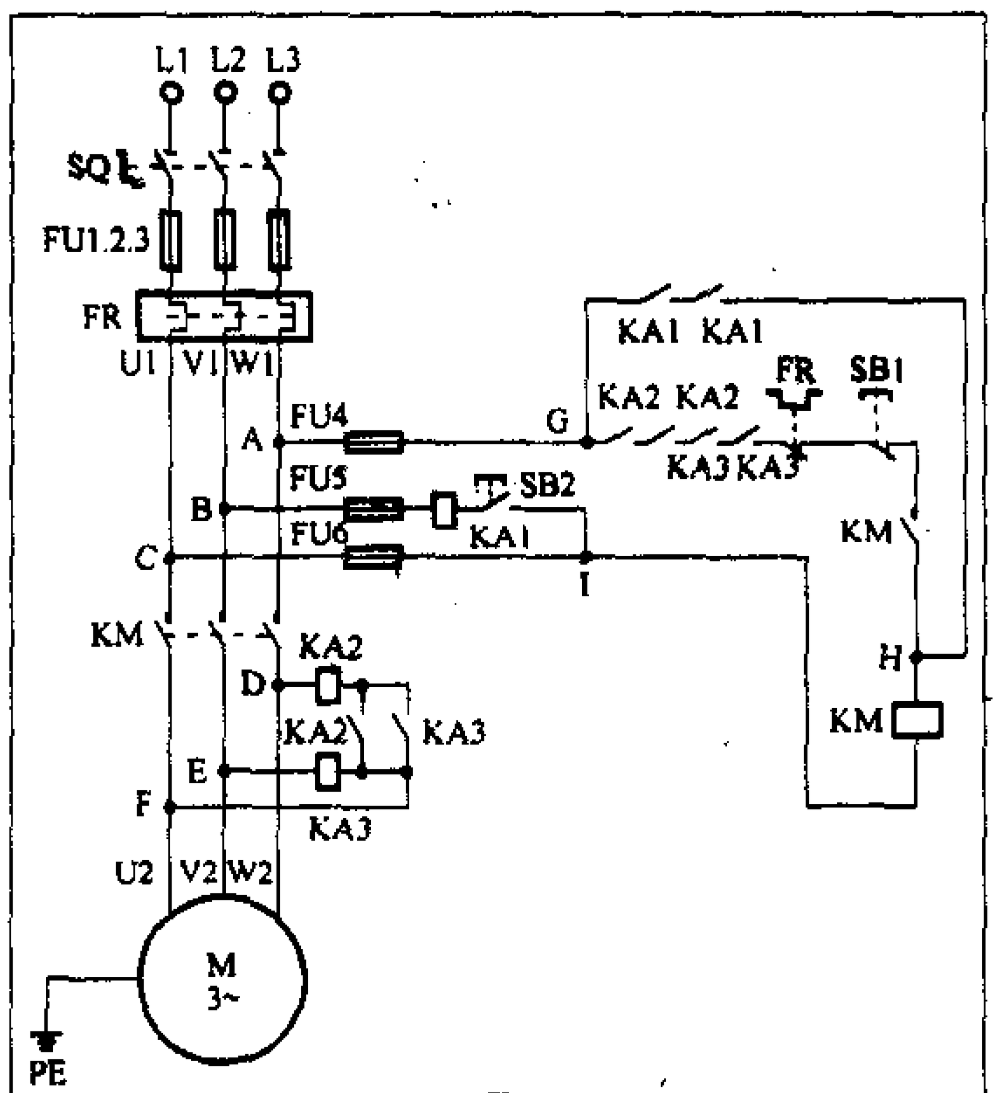


图4

制回路上对应触点断开。

如由图3交流220V控制回路再回到380V控制回路要求，只需轻巧地改变KM线圈的回路线，即断开图3中的N点，连接到FU6为图4中的I点。

以图4为例作缺相假设性的分析：1.遇启动前缺相：(1) 合上SQ，在FR输出处W1缺相，按下SB2虽然继电器KA1能动作，但由于A点没有电，使整个控制电路无法工作；(2) 在FR输出处U1、或V1缺相，KA1因不得电将无法启动控制系统。上述两点在正常运行中发生缺相同样会停止运行保护。2.遇正常运行后的缺相：(1) D点缺相，继电器线圈KA2失电，引起串联在控制回路中相互串联的KA2动合触点断开整个控制回路；(2) E点缺相，继电器线圈KA3失电，引起串联在控制回路中相互串联的KA3动合触点断开整个控制回路；(3) F点缺相，继电器线圈KA2、KA3同时失电，引起串联在控制回路中相互串联的KA2、KA3动合触点断开整个控制回路，即触点表决不一致而关闭控制系统，保护了电动机。

从控制电路到主电路都设置了防止各种原因导致的缺相可能性方案。在启动、运行过程中任何环节出现缺相，电路都将回到待启动状态，有待排除缺相故障才能正常启动、运行。

单相异步电动机启动绕组应怎样技术改造

文/宋晓东

一台JZ7114电阻裂相启动、四极180W单相异步电动机，用于舞台拉幕，其启动绕组多次维修烧坏，而工作绕组却安然无恙，经检查轴承和离心开关完好无损，电源电压正常，对这样一台电动机应该怎样维修呢？首先分析一下启动绕组烧坏的原因是启动时间过长及频繁正、反转造成的。我们透过现象看启动绕组烧坏的本质，主要是电机启动转矩小，阻力矩过大，使电动机离心开关不能在3s之内断开，使启动时间过长或电机离心开关根本没有断开，造成启动绕组里的启动电流时间过长，使较细的启动绕组过热而烧坏（如果电机离心开关根本没有断开，启动绕组再粗一些也不行）。所以修这台电动机主要应从如何提高电动机的启动转矩入手，解决启动绕组烧坏的故障。

下面我们看一下单相异步电动机几种启动方法的启动转矩大小。从中可以找到解决问题的办法。

一、电阻裂相启动电动机

其结构是在定子上嵌有工作绕组和启动绕组，并且他们的轴线在空间为90°角度。启动绕组经离心开关与工作绕组并联，当电动机的转速达到同步转速的75%~80%，离心开关将切断启动绕组电源，而工作绕组单独工作。电阻裂相启动的单相异步电动机，具有中等启动转矩和过载能力，适用负载可变但转速基本不变的场合。

为了获得较大的启动转矩，通常可以减小启动绕组的匝数。在一般情况下，有效匝数比选在0.4~0.7，有效匝数比选低值，能增加电动机的启动转矩，但启动电流将增加。另一方面，增大启动绕组的电阻对电抗的比值，也能增加电动机的启动转矩。其方法是：在启动绕组里增加反绕组或减小启动绕组的截面积，即可增大电阻裂相启动电动机的启动转矩，可随之而来的是因减小绕组截面积使启动绕组电流密度增大。虽然在启动绕组里串联一个PTC电阻，可以增大单相电动机的启动转矩，但由于频繁启动，所以在这种场合不太适用，另外电压过低也影响电动机的启动转矩。

总之，如果不改变JZ7114电动机的启动方法，还要提高JZ7114电动机的启动转矩，可根据实际情况减少启动绕组的匝数，有效匝数比选在0.4左右，电流密度可在60A/mm²~90A/mm²选取后确定线径，或者可以在不改变启动绕组导线截面积时，在启动绕组里增加反绕组，用此来增大启动绕组的电阻对电抗的比值，使电动机启动的转矩增大。具体作法是在槽满率较低的启动绕组中，即节距(4~10)的绕组中增加几十匝反绕组和相同数量的正方向绕组（增加相同数量正绕组的作用是保持有效匝数不变）。用这种方法可以提高电阻裂相启动电机的启动转矩，可防止因启动时间过长导致的绕组过热而烧坏。但是用这种方法并不是最好的，因为电阻裂相启动的电动机最初启动转矩倍数较低仅有1.6倍，并且最初启动电流的倍数比较大（为6~9倍）。如果改变JZ7114电动机的启动方法，即改用电容启动，会使电动机能有更大的启动转矩，以更好地满足所需的条件。

二、电容启动的电动机

电容启动的单相异步电动机，启动原理和结构与电阻裂相启动的电动机基本相同，只是启动绕组与一个较大电容相串联后，经离心开关并联在工作绕组两端。采用这种启动方法的单相异步电动机具有较高的启动转矩，最初启动转矩倍数为2.5~2.8，最初启动电流倍数仅有4.5~6.5，比电阻裂相启动的单相电机最初启动转矩倍数大，比电阻裂相启动的单相电机最初启动电流倍数要小，电容启动的电动机适用满载启动。

电容启动电动机的启动绕组，有效匝数比一般可取0.5~0.7，当启动绕组为容性时，适当增大有效匝数比，可以增大启动转矩（电容不变时），但启动电流和电容上的电压也相应增大。单独增大电容的容量也可以增大启动转矩。为了防止离心开关失灵烧坏启动绕组，可将启动绕组的截面适当增大些。

JZ7114电动机在工作绕组完好无损的情况下，如果改用电容启动，比较合适。其方法是：启动绕组的电流密度可选在30A/mm²~50A/mm²，有效匝数比可取0.5~0.7；或启动绕组截面不变，有效匝数比取0.5~0.7，适当选用启动电容的容量，大约在75μF（电容的容量大，启动绕组电流也大）。

正弦绕组各槽应分配的匝数为：节距4~10占总匝数26.8%，节距5~9占总匝数46.4%，节距6~8占总匝数26.8%，在改造JZ7114电动机时，因槽满率的关系，可在最大的节距中，增加匝数，适当增大启动转矩（成为非正弦绕组）。

对JZ7114电动机的绕组技术改造，通过电容启动和电阻裂相启动的比较，可以得出结论，选用电容启动比电阻裂相启动要好些，只是增加了电容的费用。但用增加反绕组电阻启动的电动机也能满足使用条件，并且这两种启动方法所使用的都是单相电源，实用性比较强，优于改用三相电源。

一款带有过压保护的漏电断路器及其检修

文/顾仲飞

漏电断路器已经进入了每户家庭，是电气安全用电必装的电气装置。本文介绍一款带有过压保护的漏电断路器，由中国德力西集团公司生产，型号为DZL18-20/1-2，额定工作电流20A，额定工作电压220V/50Hz，额定漏电动作电流30mA，额定漏电不动作电流15mA，漏电动作时间＜0.1s，过压保护280V±5%。从以上技术参数来看它属于一款高灵敏度(比快速型漏电动作时间＜0.2s还快)有过压保护的漏电断路器。我们地区每户的老式单相电度表全部由供电局安装人员更换了新式的DDS 71型电子式电度表，也一起取下了老式的DZL18-20/1的漏电断路器，换上了DZL18-20/1-2的带有过压保护的漏电断路器。

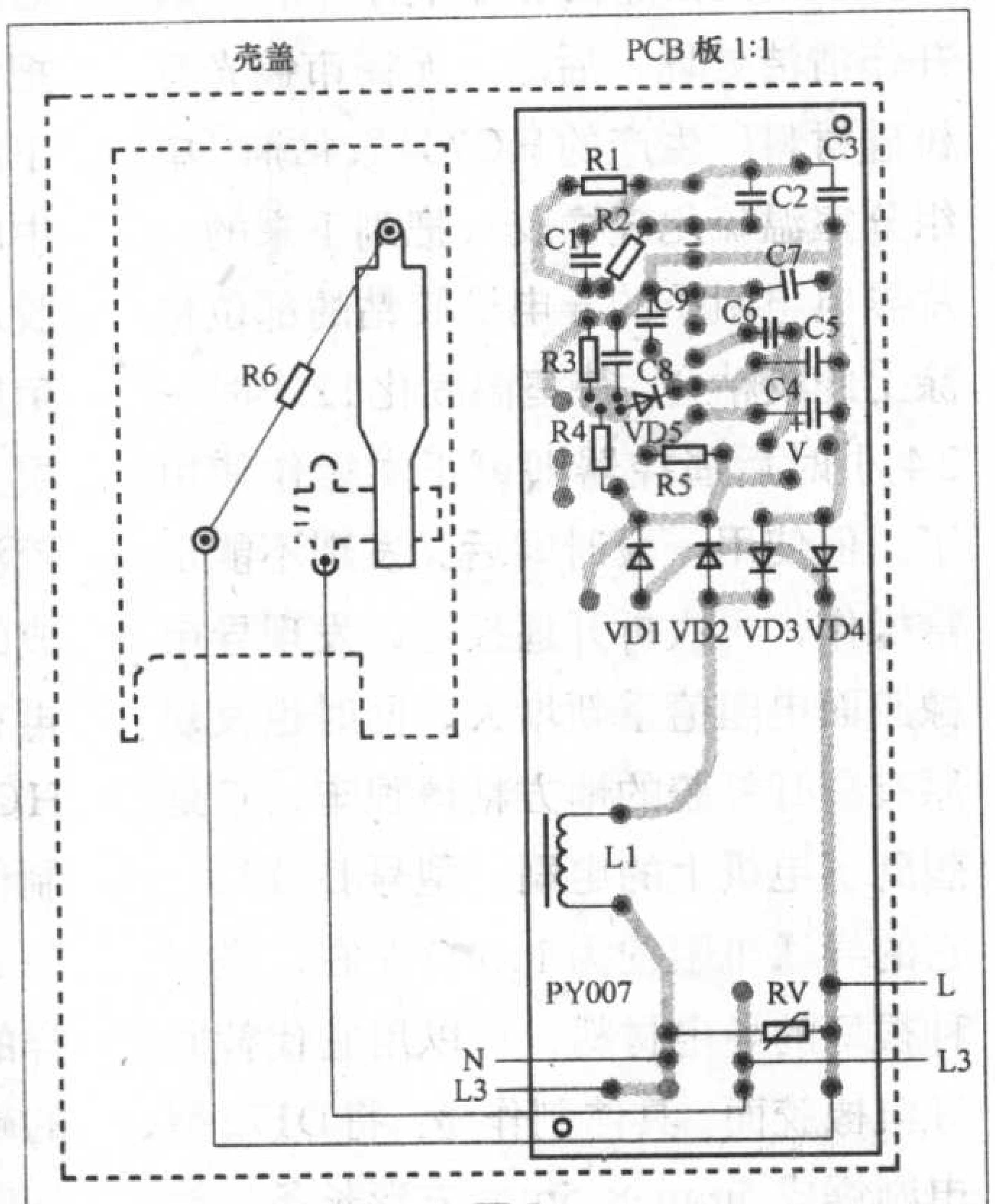


图2

漏电断路器的检修：我家邻居在室内装修时出现了这款漏电断路器跳闸后不能再合上的问题，于是笔者断开前级开关拆下漏电断路器对它进行检修。为了检查我对它绘制了电路原理图（图1），图2是印制电路板图，附表为元器件型号、参数。从整理出来的该原理图来看，该漏电断路器由断路开关SA、零序电流互感器L2、电子放大专用集成电路CS54123和外国一些阻容元件组成。四个二极管VD1～VD4（1N4007）组成桥式整流电路，提供IC（CS54123）的工作电源和漏电保护触发电源，R3和R4产生的分压电压为双向二极管VD5提供晶闸管VS的触发电压，组成过压保护。

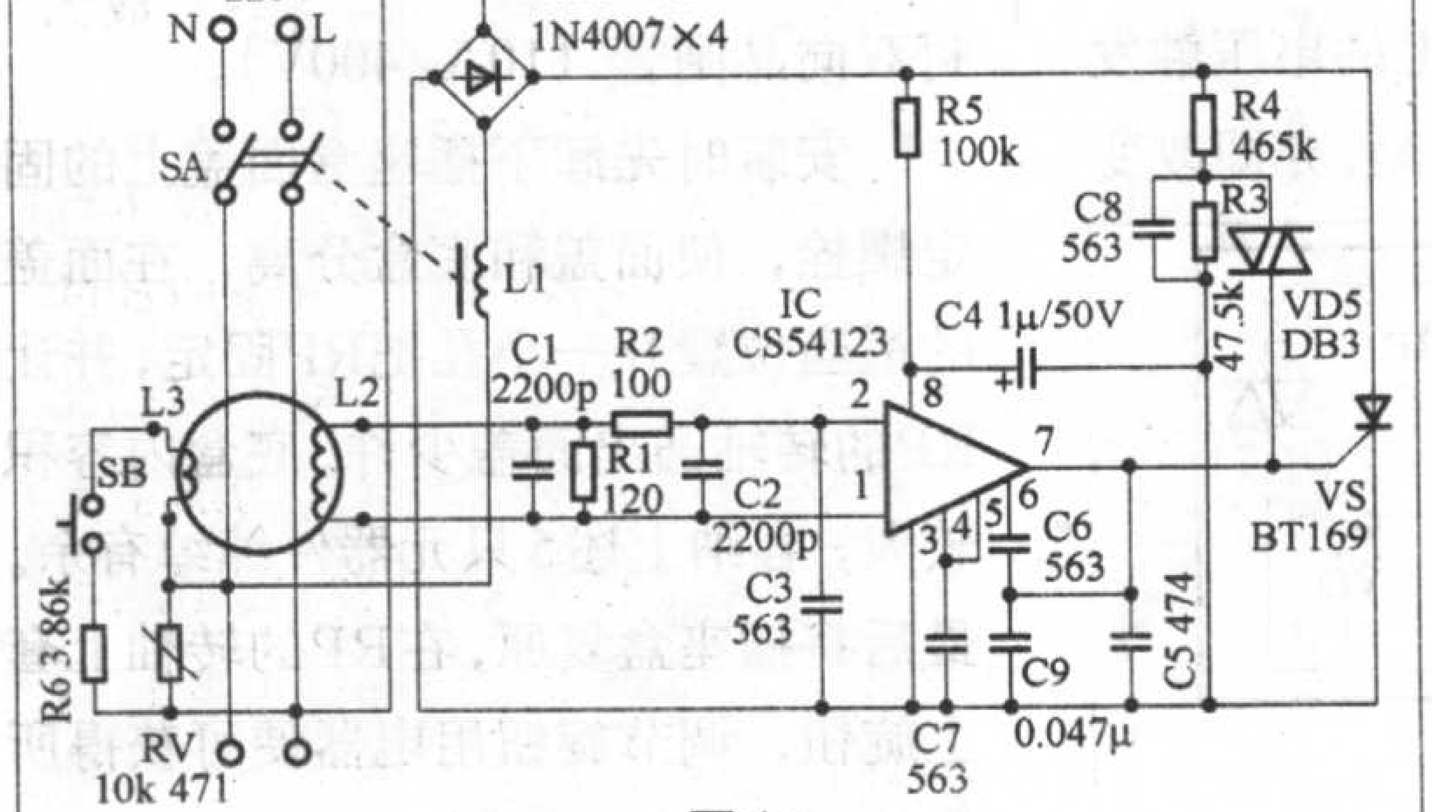


图1

经检查发现漏电脱扣器电感线圈L1已开路（烧坏）。为了掌握该电感线圈技术参数，我拆下了我家中正常的漏电断路器的电感线圈，用数字万用表（胜利VC 9805A+型）电感挡测出为70.8mH，量出烧坏的电感线径，用380V继电器线圈中的ϕ0.17mm漆包线对它进行重新绕制，考虑电感量要满足要求，所以要多绕些直至接近70.8mH电感量为止。装上焊好，再对其他电子元器件进行检查未发现异常，为了确定双向二极管VD5是否正常，焊下该管，用JL294数字显示晶体管直流参数测试表对该管进行触发电压试验，显示正向转折电压为27.2V，反向转折电压为26.5V，差值为0.7V，于是重新焊上。装上后接上220V/220V的隔离变压器，市电接开关下桩头测该漏电断路器的桥式整流输出电压，IC放大器8脚供电电压、R3和R4电阻分压及IC放大器7脚电压（0V）等均正常。拆下市电线，装上漏电断路器后，接上市电试合一次、试跳一次均正常，故障排除。重新装上使用，每月对该漏电断路器试验跳闸一次也正常。

漏电断路器的故障分析：从以上故障现象来看是漏电脱扣器电感线圈L1烧坏，所以说明在使用上存在一定的问题。室内电气线路安装时，如果电源三眼插座内的线，把N线(中性线)与PE线（保护接地线)对调接错后，插上该插座用电后就会使漏电断路器开关断开，并且不能马上合闸。应立即将负载退出运行(断开全部用电器)再合闸试送一次，若能合闸，同时操作试验按钮也能跳闸，说明保护器自身完好，属线路部分故障，应逐一检查各分路线路，找出故障点予以检修。不能连续强行送电，严禁强迫合上开关投入运行，原因就是漏电断路器保护多次动作，内部的漏电脱扣器线圈L1由于短时间内多次通断电产生的自感电动势使线圈发热造成匝间击穿。

附表

电子元器件列表	
R1	120
R2	100
R3	47.5k
R4	465k
R5	100k
R6	3.86k
C1	222
C2	222
C3	563
C4	1NF50V
C5	474
C6	563
C7	563
C8	563
C9	473
RV	MYD-10k471
VD1-VD4	1N4007 × 4
VD5	DB3
VS	BT169D
IC	CS54123

处理老化的导电橡胶有绝招

文/顾仲飞

处理老化的导电橡胶人们确实想了很多办法，电子报刊、杂志也刊登了很多小经验，却都好景不长。本人在处理南坤实业电视遥控器的导电橡胶时想出了一种切实可行的办法，就是在老化的导电橡胶面粘上电机用的电刷，经过一段时间的使用效果很好，彻底解决了老化的导电橡胶重新使用的问题。开始的处理方法是：取下电视遥控器的电池，打开壳盖对内部的导电橡胶面进行电阻测量，发现平时可遥控操作的按键与遥控操作不灵的按键的导电橡胶面电阻值相差很多，也就是说遥控操作不灵的按键导电橡胶面电阻增大，引起了操作失灵，于是把遥控操作好的按键导电橡胶面至根部用刀片割一片下来，需胶粘的导电橡胶面至根部也用刀片割一片下来，并作清洁处理，后涂上无锡市锡光有机硅材料厂生产的HC704胶粘剂（单组分室温硫化硅橡胶），把割下来的一片导电电阻小的导电橡胶粘的部位也涂上此胶粘合。待室温固化12小时~24小时后遥控器即可正常操作使用了。但使用一段时间后又发现不能正常操作，再次拆开遥控器，发现导电橡胶面电阻值重新增大，同时也发现原有裂开补胶的地方粘得很牢，于是想到了电机上的电刷（型号D 172)，它的导通电阻约为1.5Ω左右，是一种很好的导电材料，可以用它代替原导电橡胶面。具体制作是：将D172型电刷锯成5mm × 5mm方形长条，然后将它锉成φ4mm圆形，把一面锉平后在相距约2.5mm厚处锯下一片，再把锯面锉平在相距约2.5mm厚处再锯下第二片。按此加工数片。每片厚度中间划出一条小槽，为的是HC 704胶可进去增加牢度，每片圆边倒一点角度，圆片一面磨平，用干布擦去粉层。处理清洁需粘的部位，用HC 704胶涂电刷的一面和需粘的部位，把制成的电刷放到需要更换的导电橡胶处，再在电刷周围涂上HC 704胶。注意HC 704胶不要高于电刷面。就这样我制作了6片分别对节目“+、-”、音量“+、-”“4”、“5”的导电橡胶作了这样的处理。待12小时~24小时后白色的硫化硅橡胶就能把圆形的电刷粘牢，彻底解决了导电橡胶老化带来的问题。

可调压电源插座

文/梁肇全

家庭中各个房间的不同位置都分别装有电源插座盒，供各种用电器使用。标称容量为10A、16A，外形如图1所示(图1是配置单个插座的插座盒，常见的还有配置二个或三个插座的插座盒。)用户实际使用时，常常希望有些插座两端的电压可调节，以满足用电器的不同需要，如供台灯或照明灯的调光，电烙铁的调温，风扇的调速等使用。

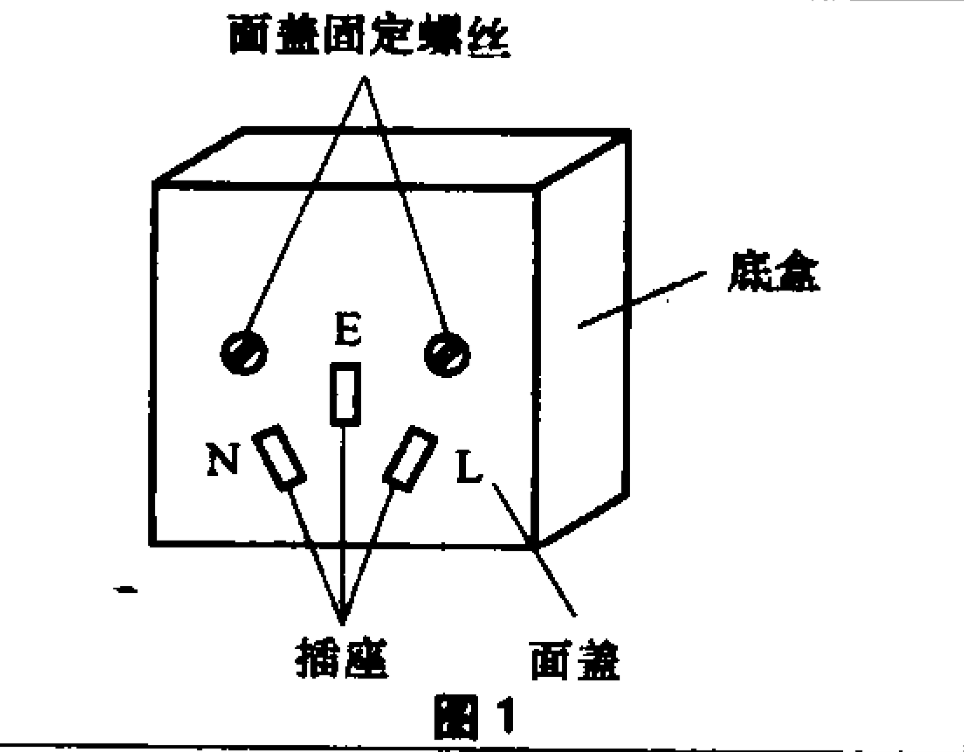


图1

为此只需在插座盒的内部接入5只元器件（接法见图2)，即可方便快捷地变为可调压插座。这是一个双向晶闸管调压电路，根据不同的需要，通过调节电位器RP的阻值，改变电容C充电的速度，即改变C上的电压触发双向二极管VD导通的时刻，亦即改变了双向晶闸管VS的导通角，从而改变了插座两端的电压大小。

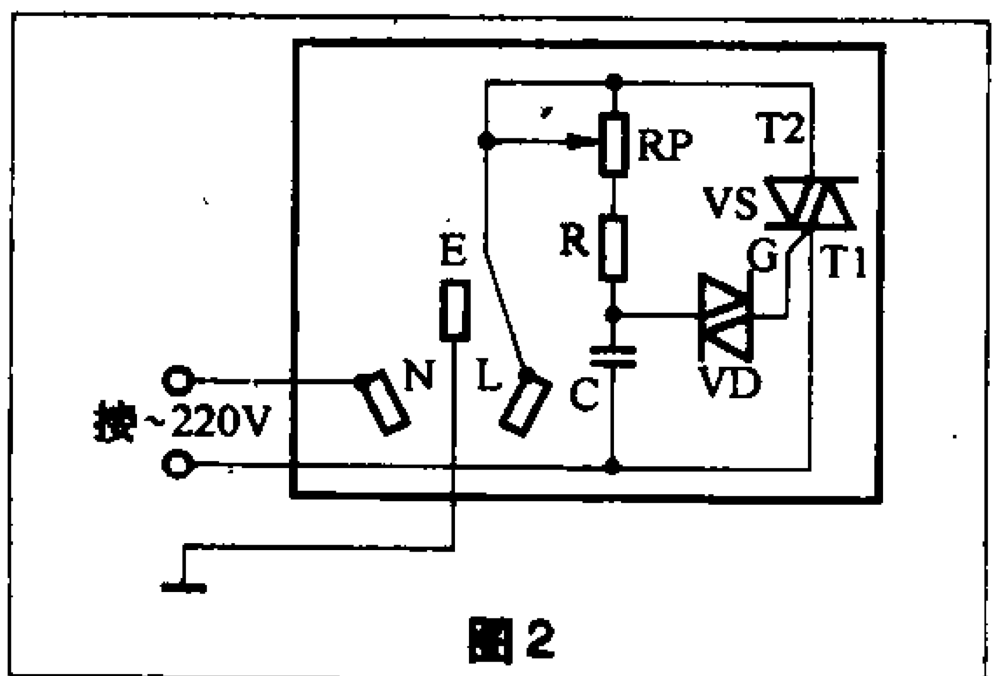


图2

图2中RP选用WTX-K型电位器（470kΩ)，R选用RJ型电阻（1kΩ/0.25W)，C选用CZM型电容器(0.1μF/400V)，VD选用2CTS型双向触发二极管，VS选用BTA型塑封双向晶闸管（10A/400V)。

安装时先卸下插座盒面盖上的固定螺栓，使面盖和底盒分离，在面盖的适当位置开一小孔把RP固定，并让RP的转轴凸出面盖少许。底盒内容积较大，容纳上述5只元器件绰绰有余。最后将插座盒复原，在RP的转轴上套上旋钮，调节旋钮用电器便可获得所需的不同电压。

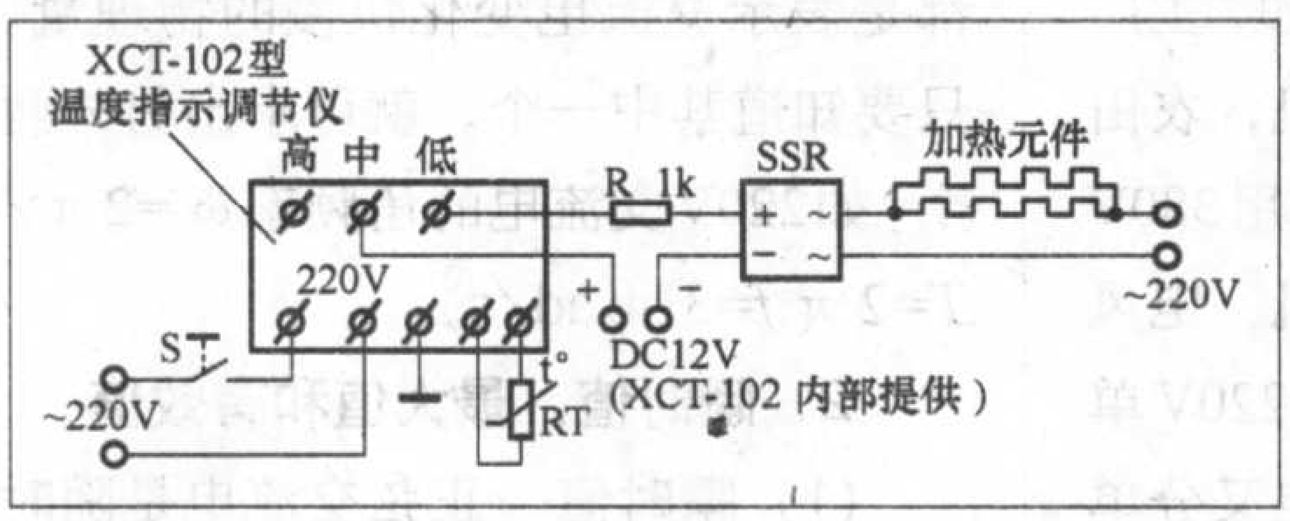
也谈“老式控温烘箱和培养箱的技术改造”

文/梁肇全

《无线电》2006年第6期“实用电工”栏目刊登了《老式控温烘箱和培养箱的技术改造》一文，本文主要介绍改造此类烘箱和培养箱的另一种简单实用的电路，它采用XCT-102型温度指示调节仪作测温和控温的指示及调节器件，以固态继电器SSR作执行器件，电路如附图所示。

工作原理 接通电源开关S，当感温元件RT（铂热电阻，分度号Pt100，与XCT-102型温度指示调节仪配套使用）感知的温度低于设定值时，XCT-102的输出端子“中”与“低”接通，SSR的输入端（+、-端）得电，其内部的发光二极管发出红外光，驱动内部的晶闸管导通，输出端（~、~端）闭合，加热元件（烘箱或培养箱原有）通电升温。当温度升高到设定值时，端子“中”与“低”自动断开，SSR的输入端失电令输出端开路，加热元件断电进入恒温状态。经一段时间后温度略降，端子“中”与“低”再度接通，电路重复上述工作过程，使温度恒定在设定值上。

SSR的使用及电路特点 SSR选用JG型固态继电器，额定输出电压220V，额定输出电流值可根据烘箱或培养箱所用加热元件的功率大小而选定。SSR输入端所需的直流驱动电压（12V）可由XCT-102内部电源现有的DC12V提供，其耗电甚小（约15mA），只需把端子“中”与SSR的输入“-”端分别正确接入即可。附图的电路可排除原电路缺陷，其特点是采用固态继电器而不使用交流接触器作执行元件，电路的工作更加稳定可靠，元器件使用寿命延长，同时消除了电路转换（加热元件通、断电）时接触器所产生的震动和机械噪音。最大的优点是消灭了接触器通、断电时所产生的电弧（电弧容易导致接触器的触头损坏）。固态继电器是新型的四端无触点开关电子器件，它采用密闭封装，与交流接触器相比，具有工作时无震动、电弧及机械噪音，工作寿命长且其输入端和输出端由红外光耦合，电气上完全隔离，安全可靠等一系列优点。



三相异步电动机改接单相电源工作

文/张树弼

在农村常需将三相异步电动机改接单相电源使用。如果三相电动机为星形接线时，改接成单相电源工作如图1所示。若为三角形接线，改接成单相电源工作如图2所示。图1、图2的接线方法适合功率相对较小（750W以下），负载较轻的三相异步电动机。

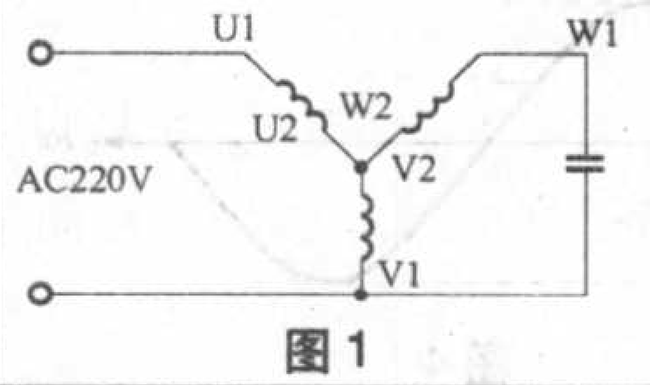


图1

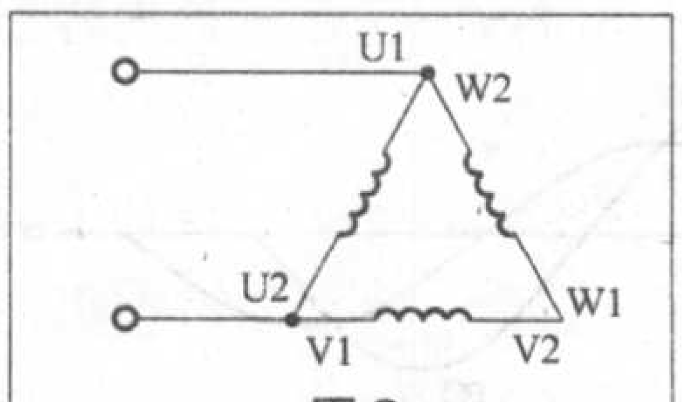


图2

按图1、图2改制时，需配接一只电容器，其容量如附表所示。也可用简单的计算公式确定电容器容量的大小。计算公式如下：

$C=k\times P$

C——配接电容器容量，单位为微法（μF）。

k——系数，星形接线为0.06～0.07，三角形接线为0.1。

P——三相电动机功率，单位为瓦（W）。

电容器容量的选择直接关系到电动机输出功率的大小。电动机改用单相电源后，输出功率都会有所下降，大约为使用三相电源时电动机输出功率的40%～75%。所以改用单相电源后，应注意电动机负载不能太大，以免过载运转损坏电动机。

三相电动机改用单相电源时，如果转动方向为反转，只需在电动机引出线接线板上将单相电源的任一条进线由V1改接到W1处，另一条不变即可实现，如图3、图4所示。

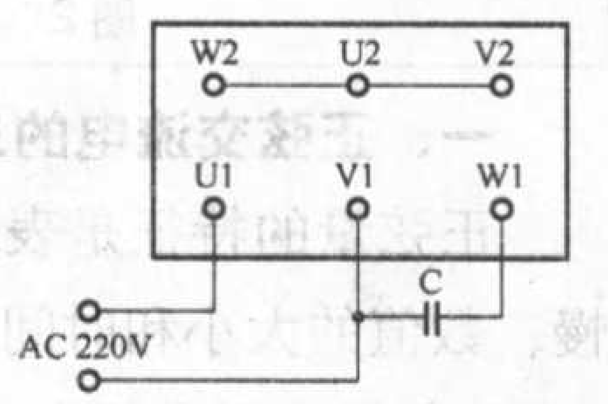


图3 Y形接线

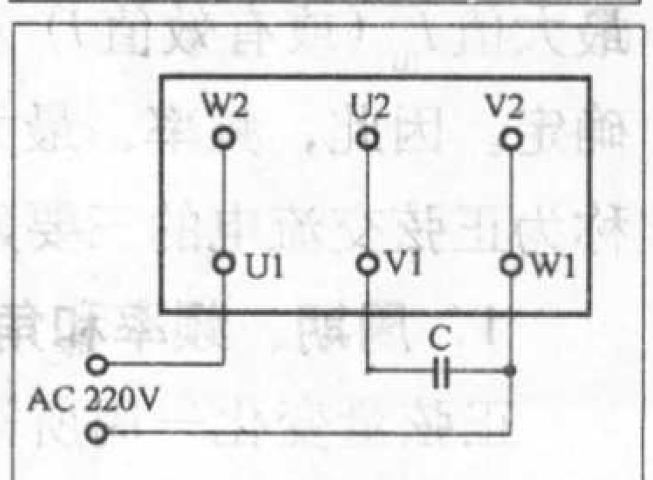


图4 三角形接线

附表

电动机功率(W)	4	10	16	25	40	60	90	120	180	250	370	500	750
Y形接线配接电容(μF)	0.24	0.6	1	1.5	2.4	3.6	5.4	7.2	11	15	22	33	45
△形接线配接电容(μF)	0.4	1	1.6	2.5	4	6	9	12	18	25	38	55	75

图说正弦交流电

文/杨国治

电的形式大致有以下几种：一是电池类的直流；二是经电线传输的交流；再是以电话为例拨号产生的脉冲（数字信号）形式，如图1所示。除便

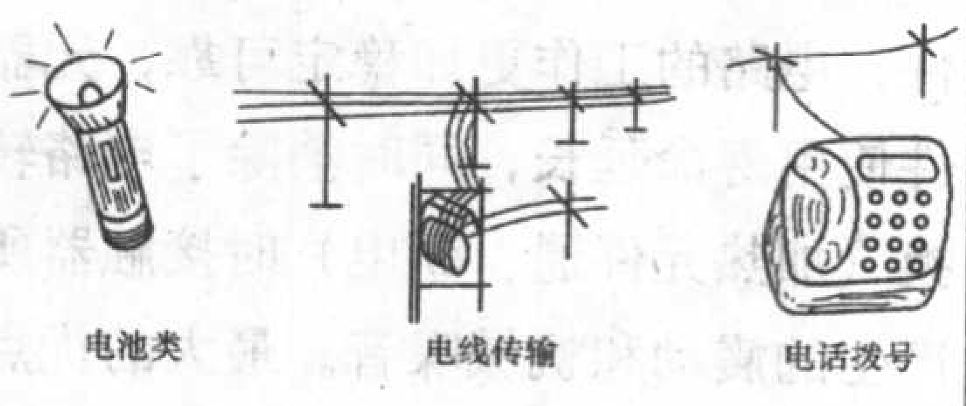


图1

携式设备外，在工农业生产和日常生活中所用的电，一般都是正弦交流电，即随时间按正弦规律变化的电压、电流或电动势，如图2所示。例如，工厂中带动生产机械转动的电动机，农田灌溉用的水泵电动机等，是使用380V三相交流电；而家用的电视机、电风扇、电饭锅及照明等，是使用220V单相交流电。可见，正弦交流电又分单相交流电（相线与零线之间电压为220V）和三相交流电（相线之间电压为380V）。

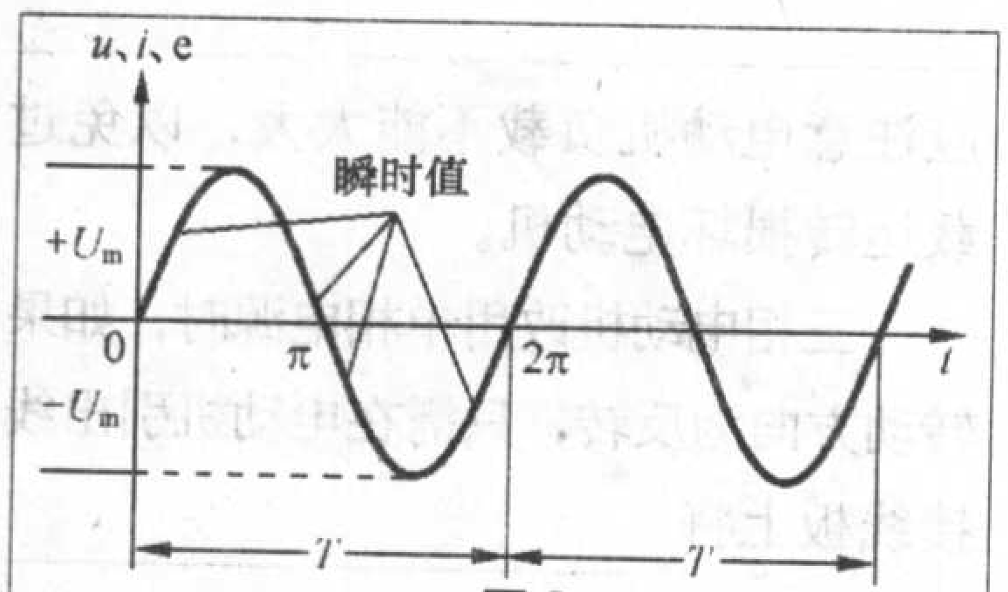


图2

一、正弦交流电的三要素

正弦量的特征是表现在变化的快慢、数值的大小和时间上的先后三个方面，它们分别由频率(f)(或周期T)、最大值I_m（或有效值I）及初相位ψ来确定。因此，频率、最大值和初相位称为正弦交流电的三要素。

1．周期、频率和角频率

正弦量变化一周所需的时间，为周期（T），就如星期一到星期日称为1周，共7天，所需时间是168小时一样。正弦量在1秒（s）内变化的周期称为频率（f），好像人的心脏在1分钟（min）内跳动的次数，叫做心率。日常使用的220V市电的频率是50Hz，则周期是$T=1/f=0.02s$。

角频率（ω）又称电角速度，是指交流电在1s内变化的电角度，单位为弧度／秒（rad/s）。若交流电在1s内变化了1次，则电角度正好变化了2π弧度，即ω=2π rad/s。如果交流电1s内变化了f次，则$\omega=2\pi f$。

由上述可知，周期、频率和角频率都是表示交流电变化快慢的物理量，只要知道其中一个，就可求出另外两个。如220V交流电的角频率$\omega=2\pi/T=2\pi f=314rad/s$。

2．瞬时值、最大值和有效值

（1）瞬时值 正弦交流电是随时间按正弦规律变化，某时刻的数值不一定和其他时刻的数值相同，则将任意时刻正弦交流电的数值称为瞬时值，其电流、电压和电动势分别用字母i、u及e表示。瞬时值有正、有负，也可能为零，好比人爬上山坡的任意位置，距地面的高度因点而异，即瞬时值。

（2）最大值 最大的瞬时值称为最大值（或峰值、振幅），分别用字母I_m、U_m和E_m表示。虽然最大值有正、负之分，但习惯上都以绝对值表示。

（3）有效值 瞬时值和最大值都不能反映交流电做功的能力，就像一个人站在峰顶或谷底，或是爬上山坡任意处，都不能反映爬这座山所耗的体能一样。为此，在计算交流电大小时引入了有效值概念：即交流电和直流电分别通过同一电阻，两者在相同时间内消耗的电能相等，或者说产生的热量相等，则直流电的数值叫做交流电的有效值，如图3所示。有效值用字母I、U、E表示，与最大值之间关系为

$$U=U_m/\sqrt{2} \qquad I=I_m/\sqrt{2}$$
$$E=E_m/\sqrt{2}$$

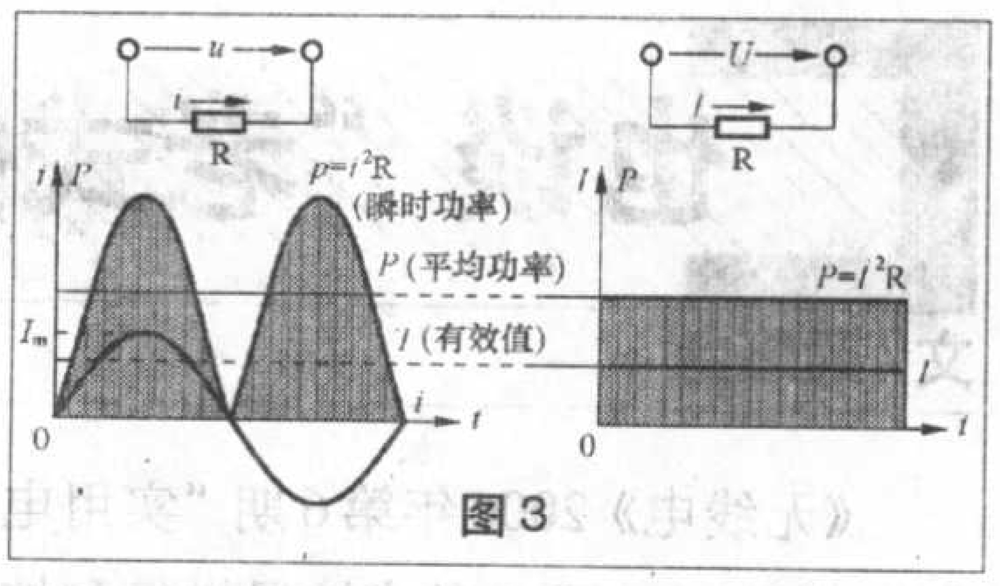


图3

3．相位、初相和相位差

相位、初相和相位差，是描述正弦量在时间轴上“先后”的量。

正弦量是随时间而变化的，也就是正弦交流电的变化是连续的，并没有肯定的起点和终点。通常将表示正弦交流电在任意时刻的电角度（$\omega t+\psi$）称作相位或相角。$t=0$时相位或相角称作初相或初相位角，它是正弦量所取的时间基准点。可是，正弦量所取的时间基准点不同，则初相位不同，初始值也就不同，如图4所示。

相位差是同频率正弦交流电的初相角之差（或相位之差），是用来比较两个同频率交流电到达零值或最大值情况的，例如一个正弦交流电比另一个正弦交流电提前到达零值或最大值，则前者叫超前，后者叫滞后，如图5所示。若两者初相角相等，则称它们同相位，简称同相，如图6（a）所示；如果一个正弦交流电到达正最大值时，而另一个交流电到达负最大值，即它

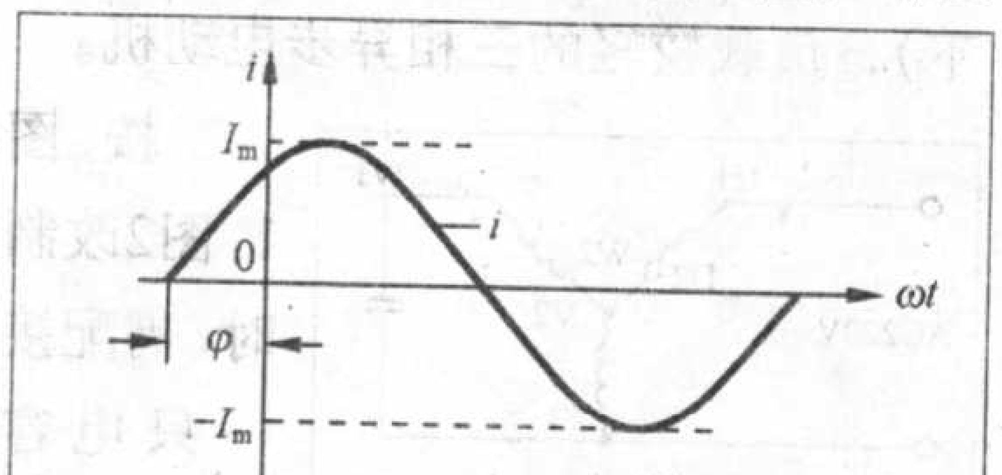


图4

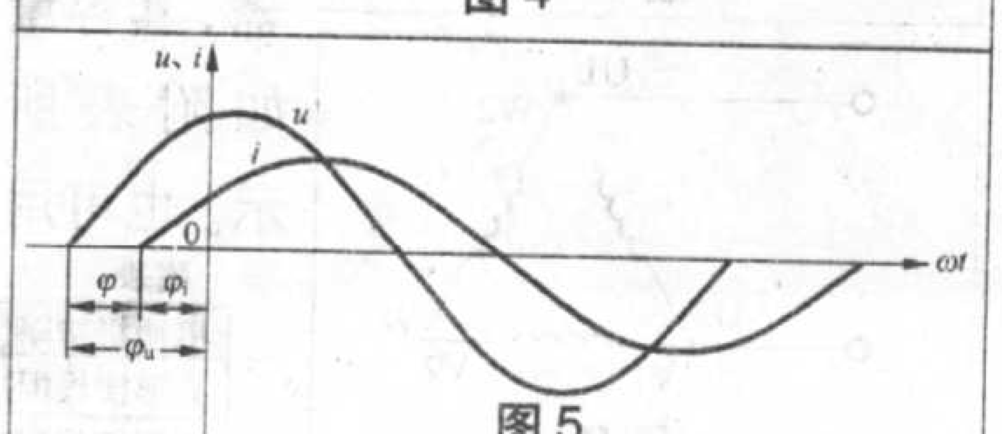


图5

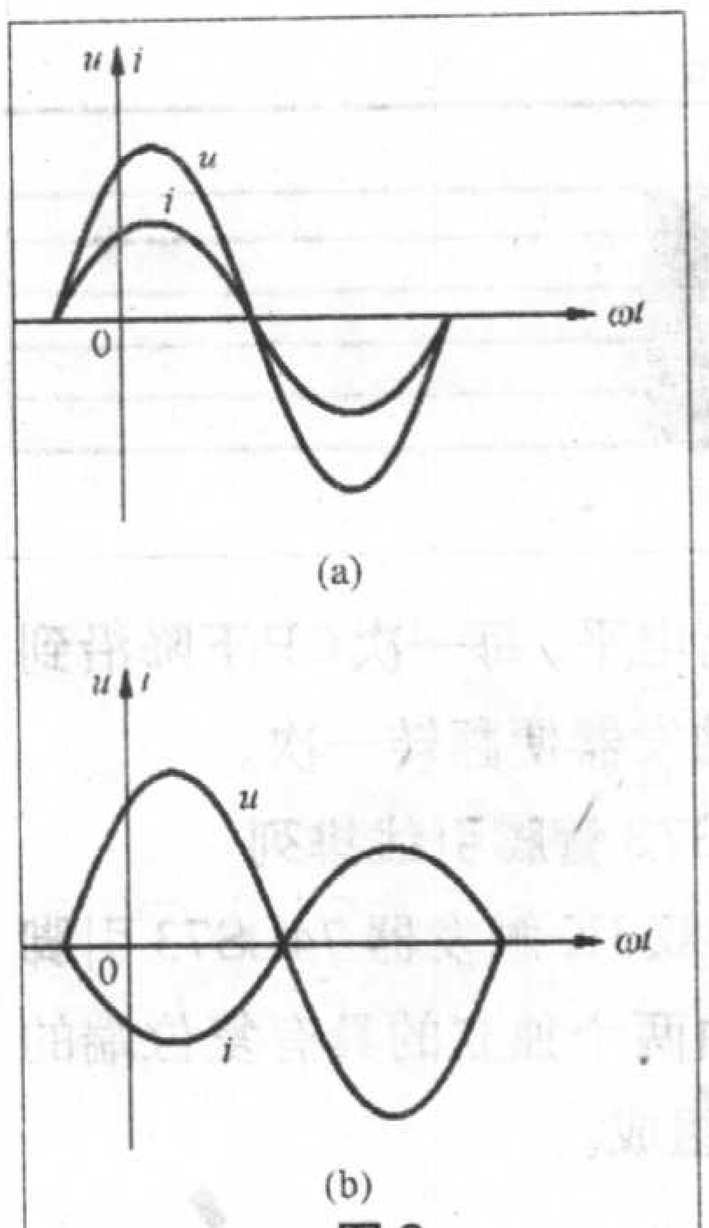


图6

们的初相角相差180°，则称它们相位相反，简称反相，如图6（b）所示。

二、正弦交流电路中电压与电流的关系

在直流电路中，由于所加电压和电路参数不变，因此电路中的电流、功率以及电场和磁场中所储存的能量就不变化，则电阻视为耗能元件，而电感元件视作短路，电容元件视作开路。在交流电路中，由于所加电压随时间而变化，则电路中的电流、功率以及电场和磁场中所储存的能量也随时间的变化而改变，因此在交流电路中，电感元件中的感应电动势及电容元件中的电流也就不等于零。这样，当交流电路的参数不同，其性质也不同，能量转换关系也随之不同，具体反映在电压与电流关系上。

1．纯电阻交流电路

在纯电阻交流电路中，如白炽灯、电烙铁等元件接在220V交流电源上，由于电阻是耗能元件，则电压与电流相位相同，如图7所示，就像河床中有水位差就有水流一样。

电压与电流及电阻的关系是 $U/I=R$，符合欧姆定律；由于电阻两端的电压和电阻中心电流都在不断变化，所以电阻消耗的电能也在变化。无论前半周或后半周，电阻的瞬时功率曲线都为正值。总要消耗功率，但对其测量和计算均不方便，而采用平均功率表示其大小，又称有功功率 $P=I^2R=U^2/R$，如图8所示。

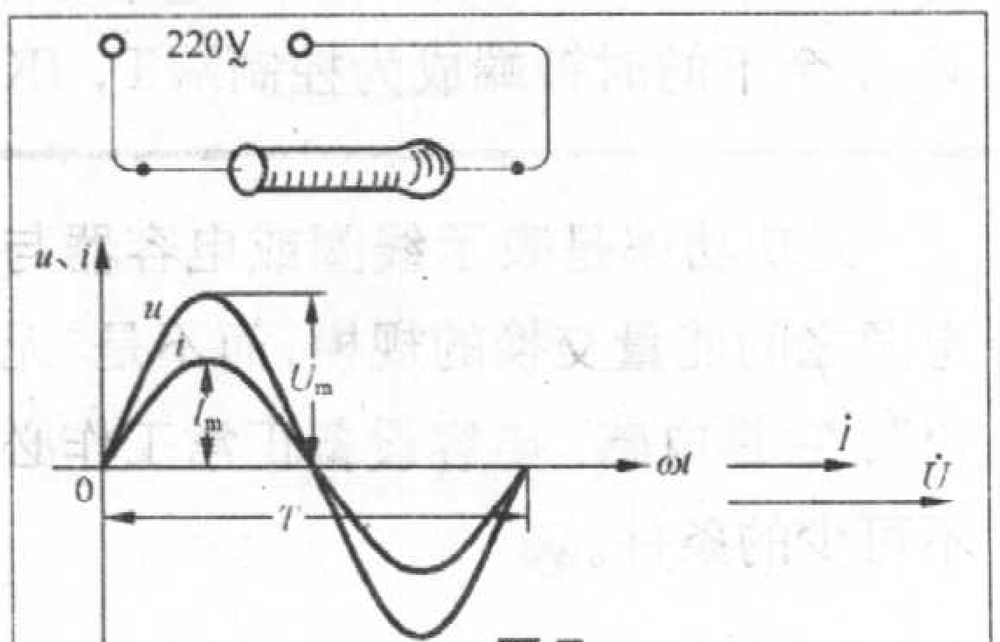


图7

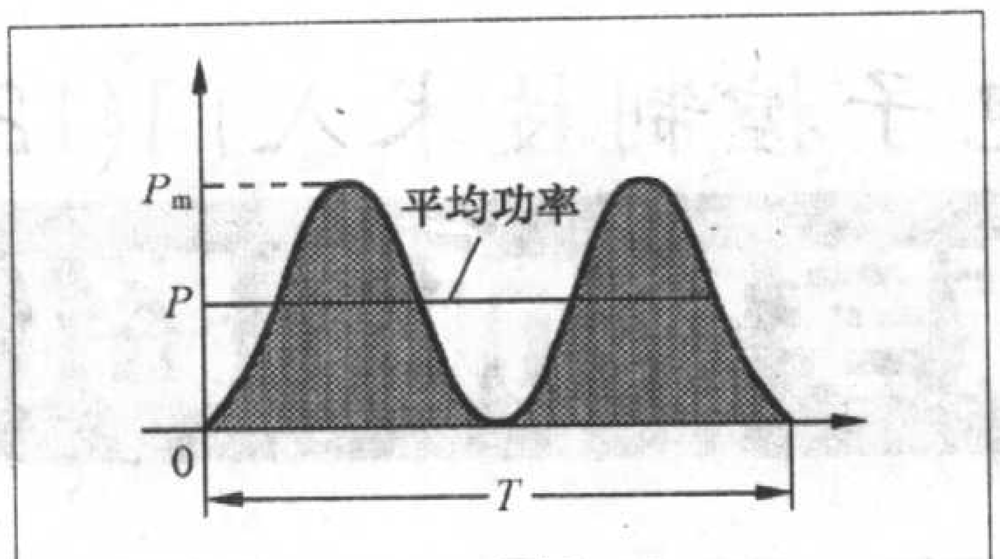


图8

2．纯电感交流电路

在纯电感交流电路中，如一个空心线圈元件接在220V交流电源上，由于线圈将产生自感电动势来阻碍电流的变化，则线圈中的电流变化总滞后线圈两端的外加电压的变化，即电压在相位上超前电流90°，如图9所示，好比大海中向岸边推近的海浪，翻滚的浪花总是在前进的海水前头，因为沙滩或已有的海水对推进的海水总是存在阻力。

电压与电流及感抗的关系为 $U/I=\omega L$，线圈电感 L 越大，交流电频率越高，则 ωL 的值越大，也就是对交流电的阻碍作用越大，称这种“阻力”为感抗，用 X_L 代表，即 $X_L=\omega L=2\pi fL$。

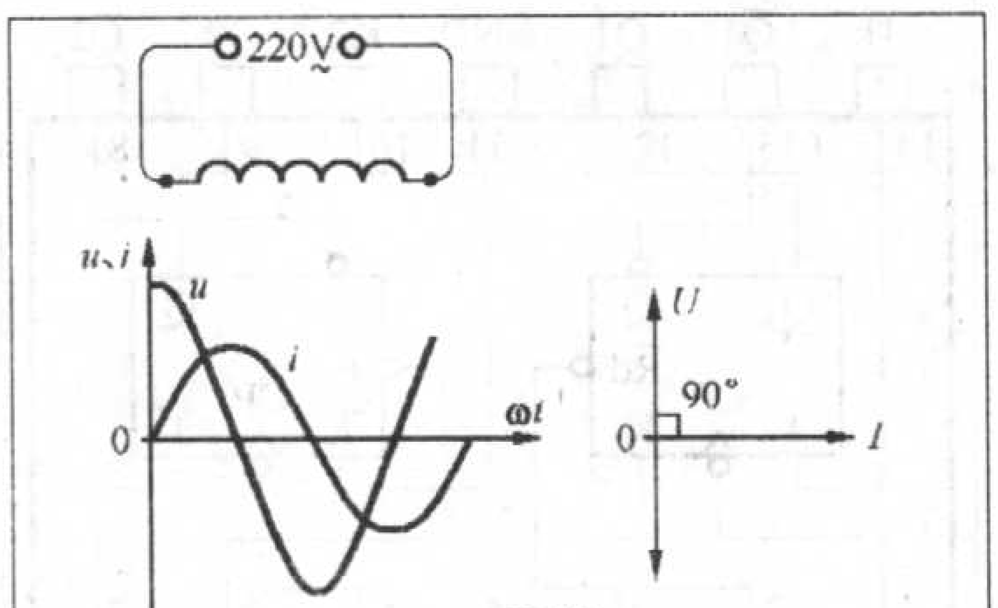


图9

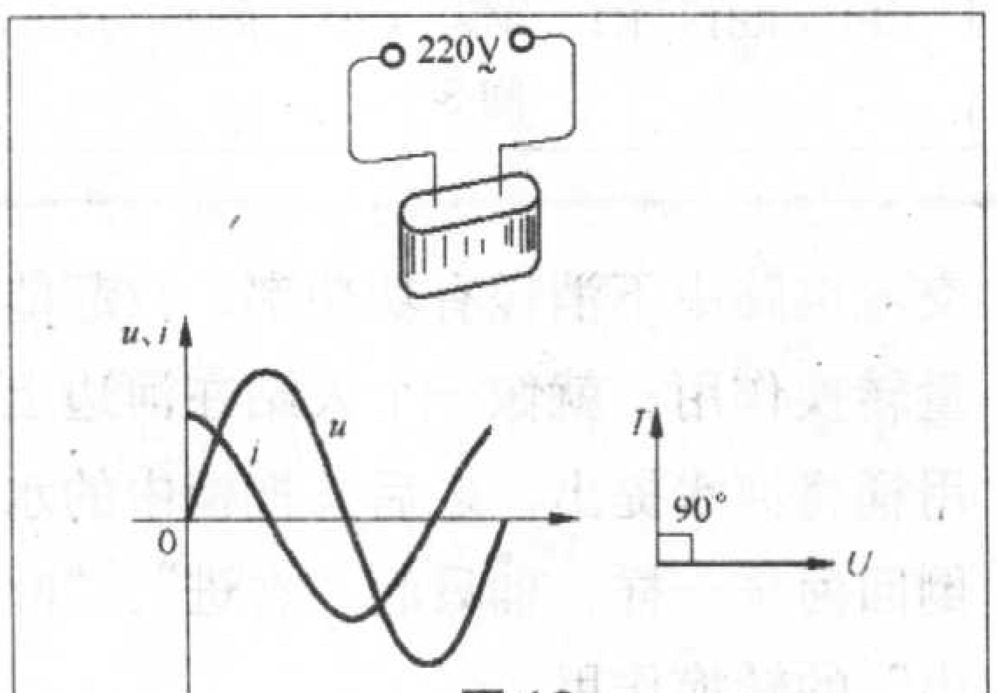


图10

可见，电感元件具有通低频阻高频的特性，广泛用于电子电路的滤波。

3．纯电容交流电路

在纯电容交流电路中，将一只电容器元件接在220V交流电源上，由于电容器两端的电压是随电荷的积累（即充电）而升高，随电荷的释放（即放电）而降低，则电流在相位上超前电压90°，如图10所示。好比欲将水坝集满水，水流先至使水位逐渐升高；水流下泻则水位逐渐降低。

电压和电流及容抗的关系是 $U/I=1/(\omega C)$，电容器的容量 C 越大，交流电频率越高，则 $1/(\omega C)$ 越小，即对电流的阻碍作用越小。这种“阻力”称作容抗，用 X_c 代表，即 $X_c=1/(\omega C)=1/(2\pi fC)$。

电容器具有“隔直通交”的特性，在电子电路中广泛用于隔直通交、滤波及延时等。

三、交流电路的无功功率

在纯电阻交流电路中，无论在交流电的正半周或负半周，电压与电流的乘积始终为正值，表明电阻总要消耗功率，是耗能元件。而在纯电感、纯电容交流电路中，在第1和第3个1/4周期内，瞬时功率为正值，说明线圈从电源方面吸取电能，将其转换为磁场能，储存在线圈周围磁场中；电容器从电源吸取电能，电容器被充电，并储存在电容器的电场中。在第2和第4个1/4周期内，瞬时功率为负值，说明线圈是在向电源输送能量，即线圈把磁场能再转换为电能送回电源；电

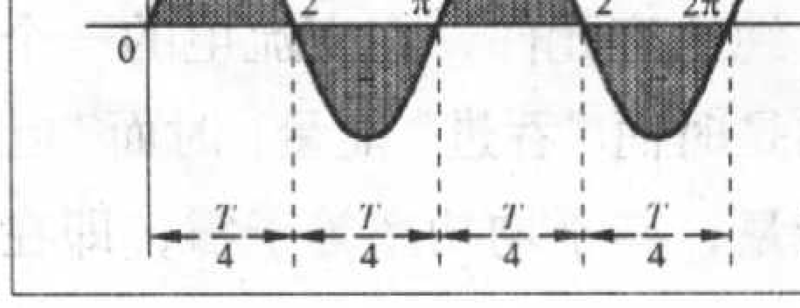


图11

初学者园地 无线电 Start Line

电子控制技术入门(12)

数字集成电路(5)

文/孙心若

编者按：如果您在阅读的过程中有什么不明白的，或有什么要求和建议，请通过写信、电话或e-mail的方式与我们联系，我们将根据您提的问题和建议进行集中的回答和改进。

JK触发器能够有效地防止空翻，是一种性能好、逻辑功能全的触发器。它能够方便地转换成其他触发器，被称为“触发器之王”。

一、JK触发器

JK触发器通常由两个同步RS触发器构成主从触发器，是一种下降沿触发的触发器，现以双JK触发器74LS73为例介绍其特点。

1.JK触发器逻辑符号

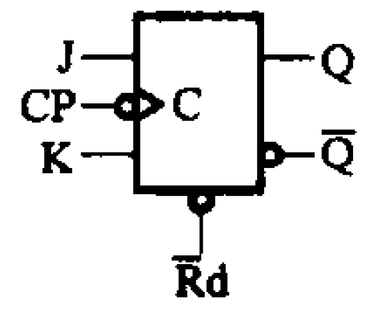


图1

图1为有复位端的JK触发器的逻辑符号。输入端有复位端$\overline{Rd}$、两个数据端J端、K端以及时钟端CP，在时钟信号下降沿触发有可能发生翻转。

2.JK触发器逻辑功能表

表1 JK触发器逻辑功能表

输入端				输出端	
$\overline{Rd}$	CP	J	K	Q	$\overline{Q}$
0	X	X	X	0	1
1	↓	0	0	Q_0	$\overline{Q}_0$
1	↓	1	0	1	0
1	↓	0	1	0	1
1	↓	1	1	触发翻转	
1	1	X	X	Q_0	$\overline{Q}_0$

表1为JK触发器逻辑功能表。在CP端下降沿（↓）到来之时，若J＝K＝0，JK触发器处于保持状态，J端与K端状态相反时，Q端的状态与J端相同，若J＝K＝1，每当时钟下降沿到来之时，触发器都要翻转一次。

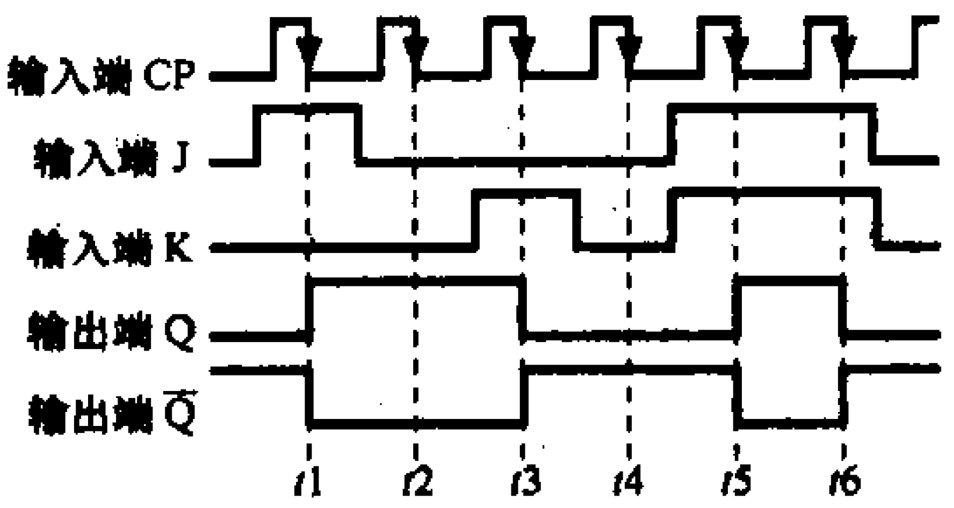


图2

3.JK触发器工作波形图

图2为JK触发器工作波形图。在t1和t3时刻，J端与K端电平相反，CP下降沿到来之时，触发器翻转到与J端相同的状态。在t2和t4时刻，J端与K端为低电平，触发器处于保持状态。在t5和t6时刻，J端与K端为高电平，每一次CP下降沿到来之时，触发器便翻转一次。

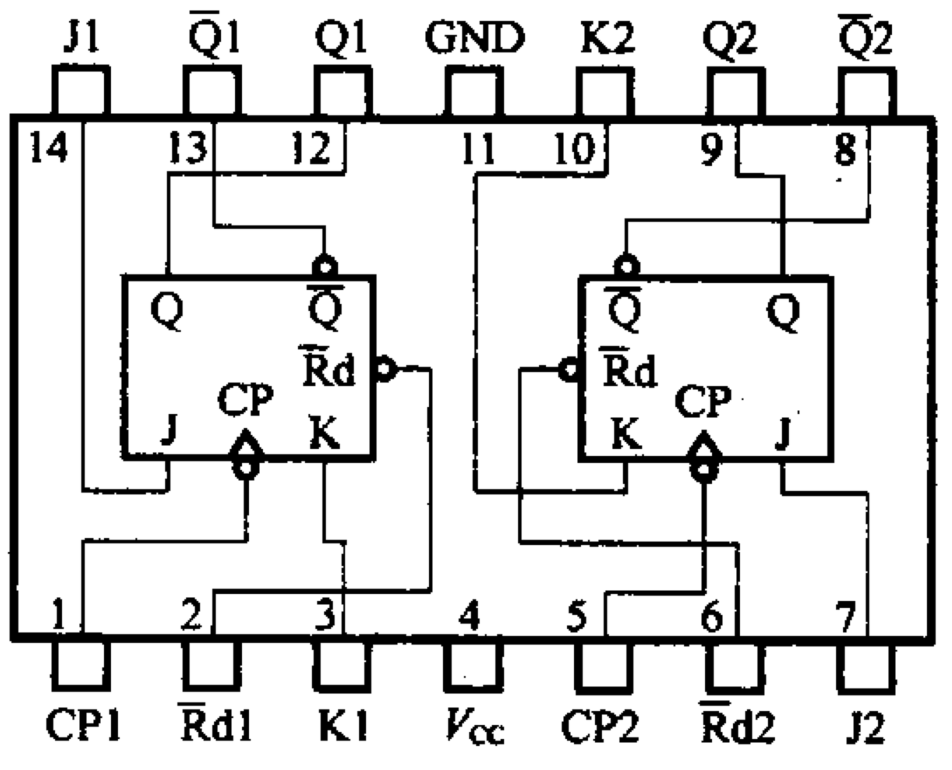


图3

4.74LS73管脚引线排列

图3为双JK触发器74LS73引脚排列，它由两个独立的具有复位端的JK触发器组成。

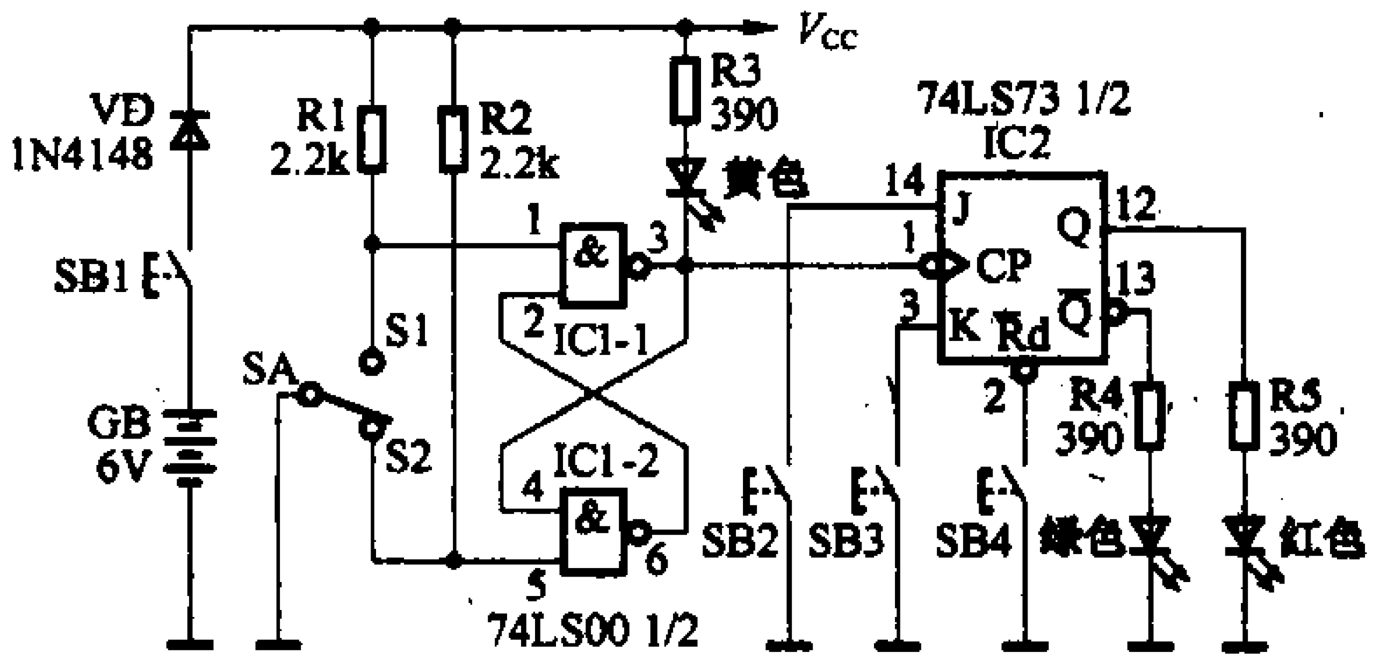


图4

5.JK触发器逻辑功能

图4为JK触发器逻辑功能测试实验电路。由与非门IC1-1、IC1-2等构成防抖动RS触发器产生时钟信号，黄色发光二极管为时钟电平显示器。由JK触发器IC2及其输出端电平显示器、控制开关组成逻辑功能测试电路。

6.用JK触发器转换成T触发器

图5为用JK触发器转换成T触发器。T触发器具有翻转开关的作用，字母T取自英文翻转开关（Toggle Switch）字头。专用T触发器很少，常用其他触发器转换而成。在图5(a)中，把JK触发器复位端、J端与K端接通V_{CC}，余下的时钟端成为控制端T，JK

容器在放电，把储存在电场中的电能又送回电源，如图11所示。可见，纯电感、纯电容元件，在交流电的一个周期内是时而“吞进”能量，时而“吐出”能量，其平均功率等于零，即在交流电路中不消耗有功功率，只起能量转换作用。就像一个人站在河边上用桶将河水提出，之后又把桶中的水倒回河里一样，桶只起“吞进”、“吐出”的转换作用。

无功功率是表示线圈或电容器与电源之间能量交换的规模，而不是“无用”，它是电感、电容设备正常工作必不可少的条件。

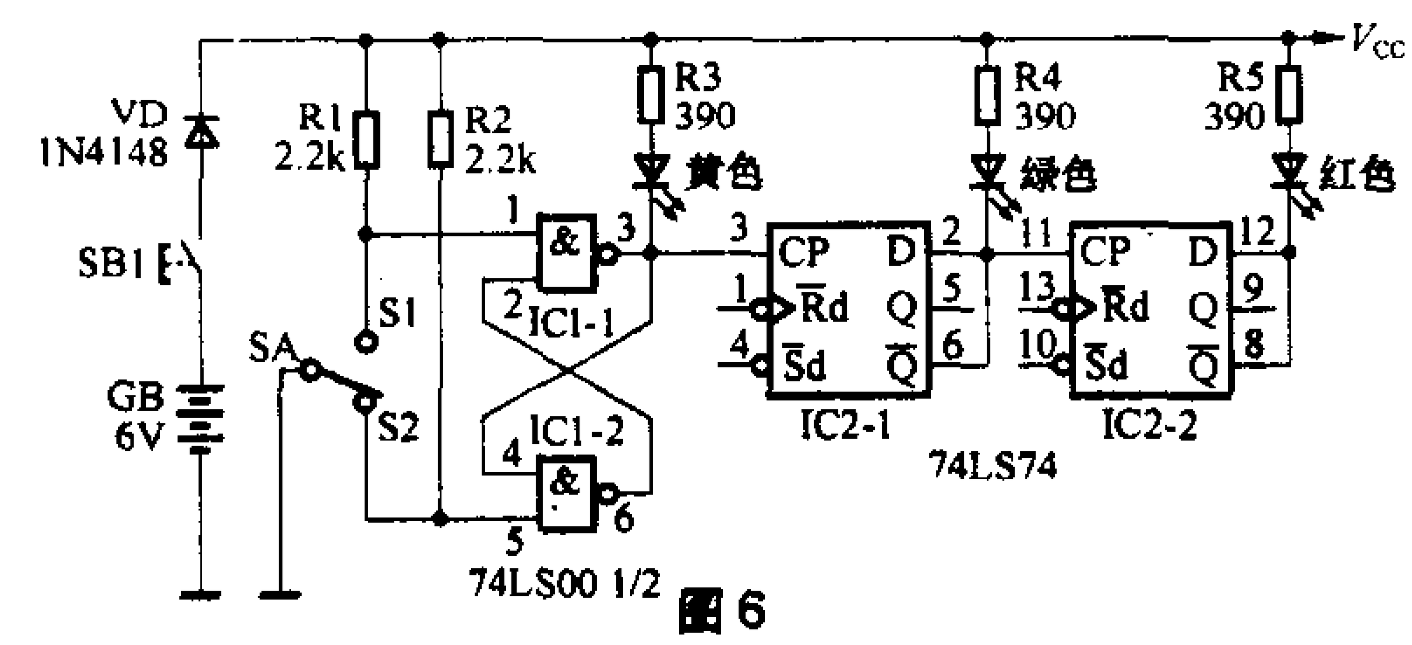


图6

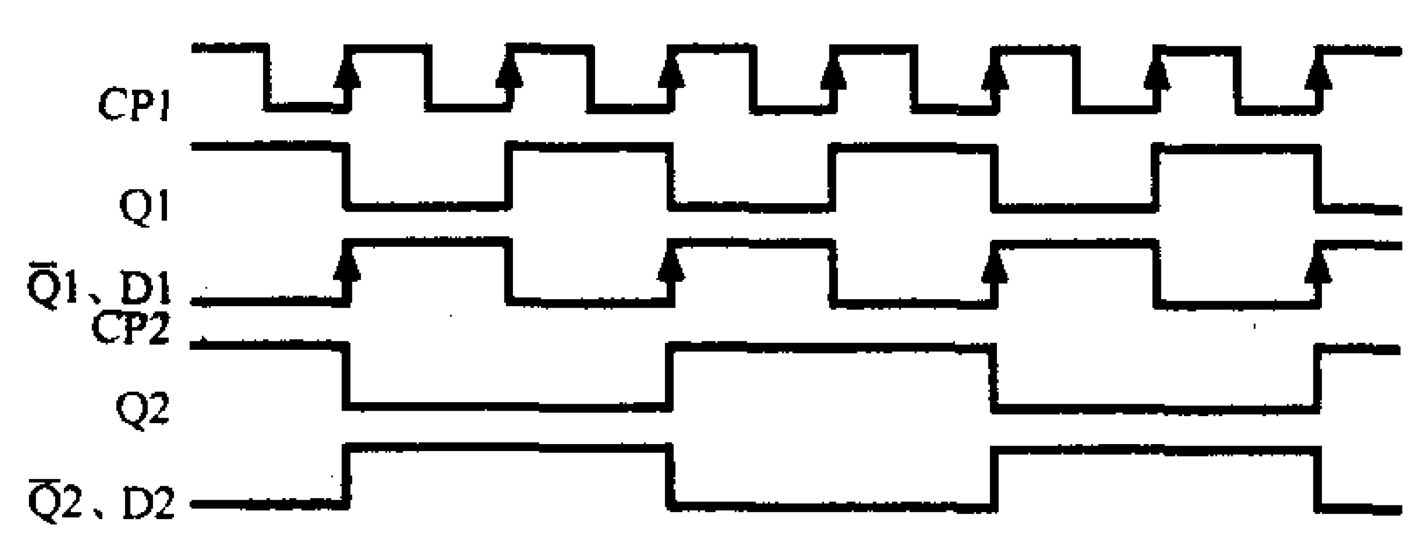


图7

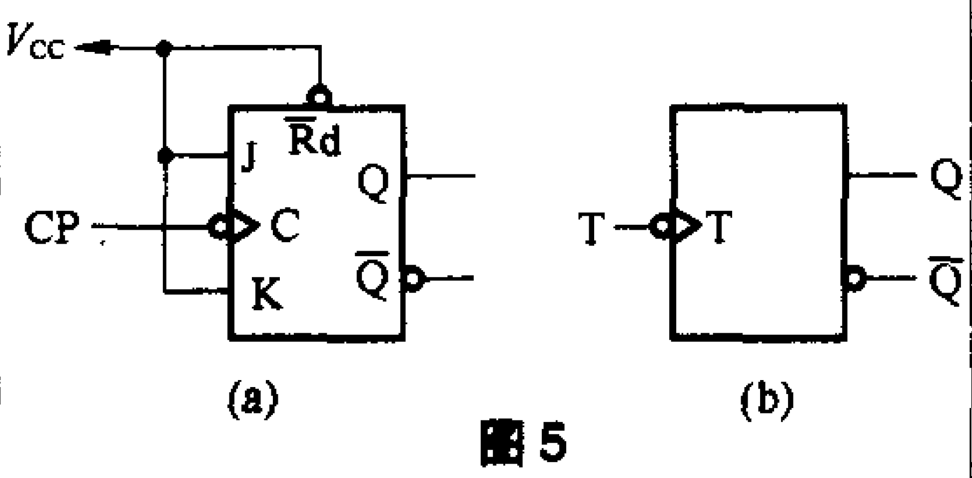


图5

触发器转换成T触发器，见图5（b）。

二、二分频器

在数字系统中，二分频器是使用较多的时序电路，用于对脉冲进行二进制计数、控制器定时、石英振荡器分频、电子节拍器拍点脉冲发生器以及数字运算等。

1.用D触发器组成二分频器

图6为用74LS74组成两级二分频器实验电路。它由与非门IC1−1、IC1−2等组成防抖动RS触发器，产生时钟信号，由D触发器IC2−1、IC2−2组成两级二分频器，依次进行二分频，由黄色、绿色和红色发光二极管组成电平显示器，输出端为低电平时发光二极管点亮。D触发器的D端与$\overline{Q}$端相连，转换成T触发器，其输出端$\overline{Q}$与下一级CP端相连。

图7为D触发器二分频器工作波形图。CP1每两个上升沿（两个周期）触发Q1翻转一次，每4个上升沿（4个周期）触发Q2翻转一次。若CP1输入时钟频率为f，则Q1输出频率为$f/2$，Q2为$f/4$，依次进行二分频，分频后的波形占空比为1：1的方波。

2.用D触发器组成二进制计数器

图8为用D触发器组成二进制计数器实验电路，它由IC1的两个与非门构成自激多谐振荡器产生时钟信号，由IC2、IC3的4个D触发器构成4位二进制计数器，时钟信号上升沿触发有效，由各种颜色发光二极管显示计数结果，其输出端为低电平时发光二极管点亮，SB2为复位开关。接通电源开关SB1，白色发光二极管闪亮，当其熄灭时，IC1的6脚输出上升沿信号，输入到IC2的3脚CP端进行计数。计数器电路由D触发器组成4级二分频器，绿色、红色、黄色和蓝色发光二极管点亮时分别对应于二进制的2^0、2^1、2^2、2^3位，进行加法计数，计数范围0000～1111。

3.光电打靶实验电路

图9为被动式光电打靶实验电路，它由与非门IC−1、IC−2组成光电打靶枪的扳机电路，白色发光二极管靶心闪光电路，IC−3反相电路，光敏电阻器RG、三极管VT和IC−4等组成光电打靶选通电路，IC−4的8脚输出低电平信号送到计数器电路，进行光

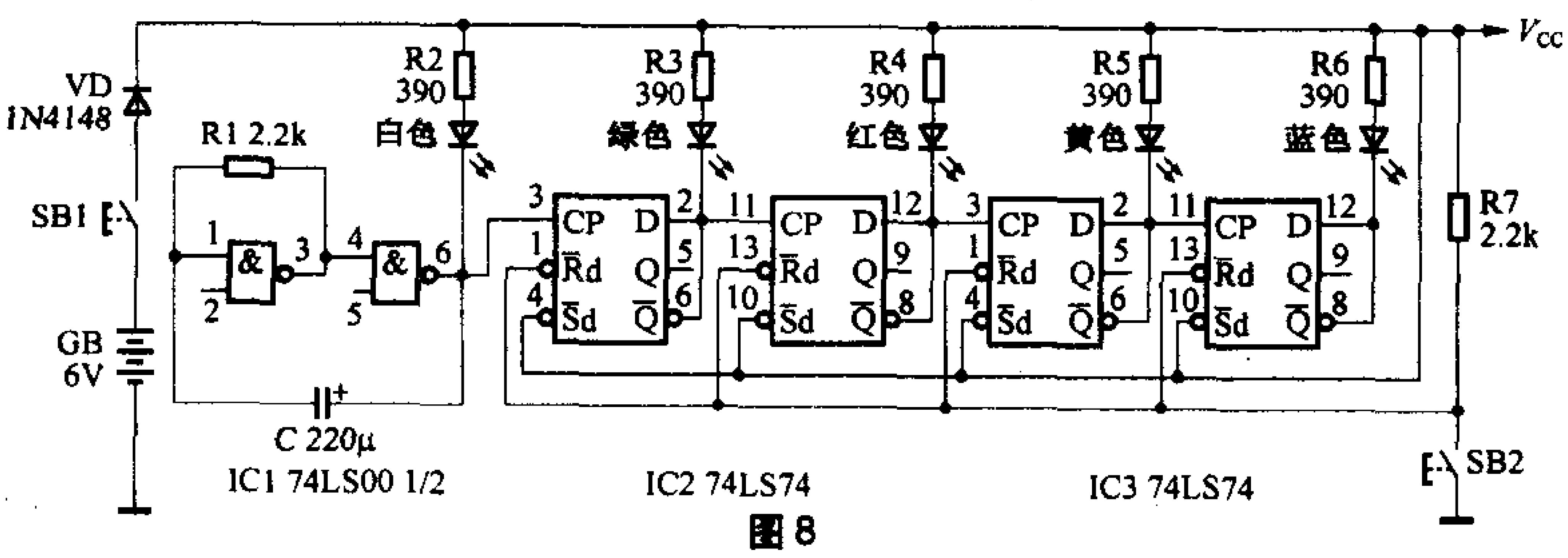


图8

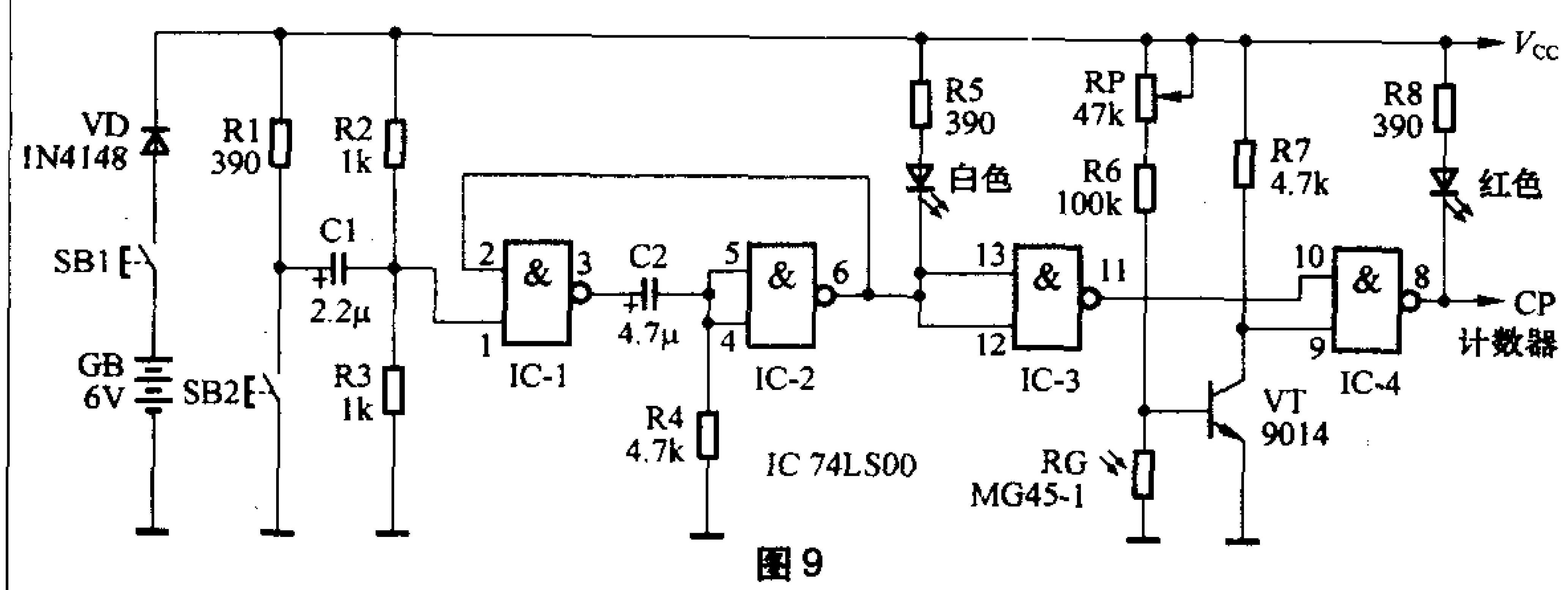


图9

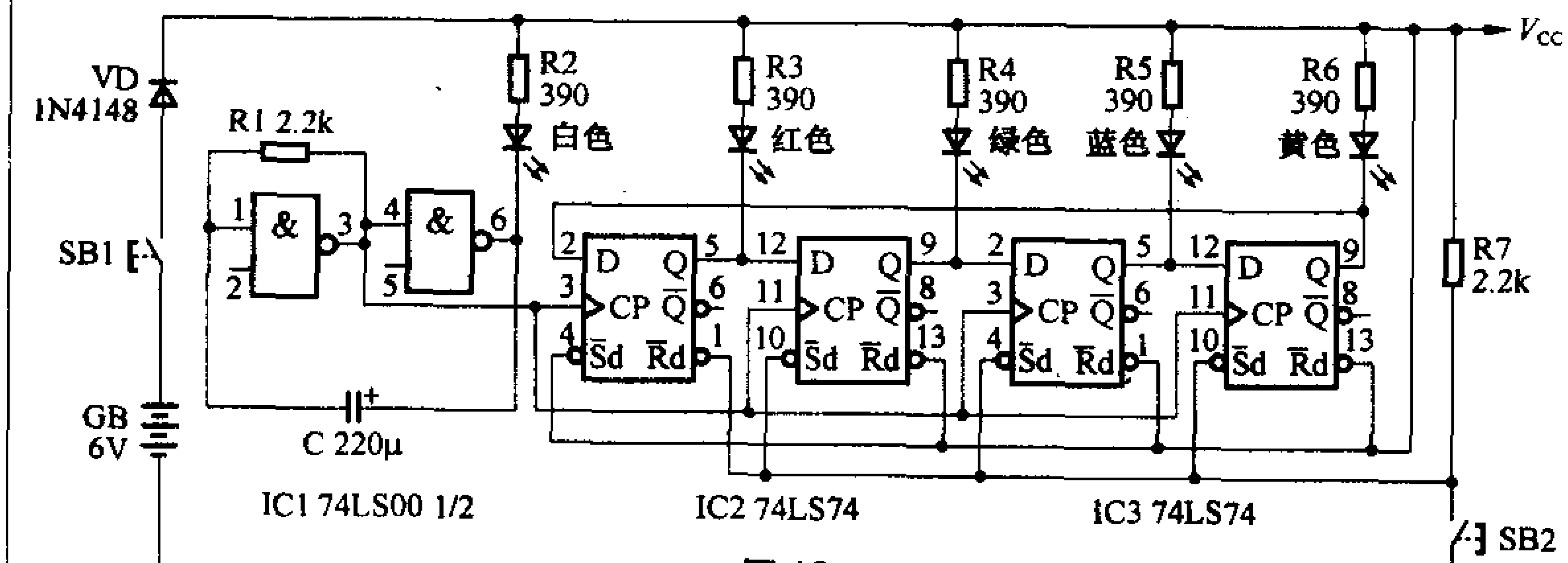


图10

电打靶击中效果计数，计数器电路见图8中4位二进制计数器部分。接通电源开关SB1，扣动扳机开关SB2，微分型单稳态电路输出一定宽度的负脉冲，IC–2输出端白色发光二极管闪亮，同时负脉冲信号经过IC–3反相为正脉冲信号输入到IC–4的10脚输入端。光敏电阻器RG装在光电打靶枪管内部，当枪管指向靶心正在闪亮的白色发光二极管时，白色发光二极管发光照射在枪管底部的光敏电阻器上，RG电阻值减小，使得三极管基极电压下降，VT截止，集电极输出高电平，加在与非门IC–4的9脚输入端。这时，与非门IC–4的两个输入端都为高电平，其输出端下跌为低电平，经过短时间恢复为高电平时，产生击中效果的上升沿信号，输送到上升沿触发的二进制计数器输入端。RP为光电打靶灵敏度调节，调试时，先将光电打靶枪瞄准靶边缘，一面扣动扳机，一面调小RP电阻值，直到击中效果显示红色发光二极管闪亮，然后再将RP电阻值稍微调大，使得红色发光二极管刚好熄灭，这时光电打靶枪的灵敏度最高。

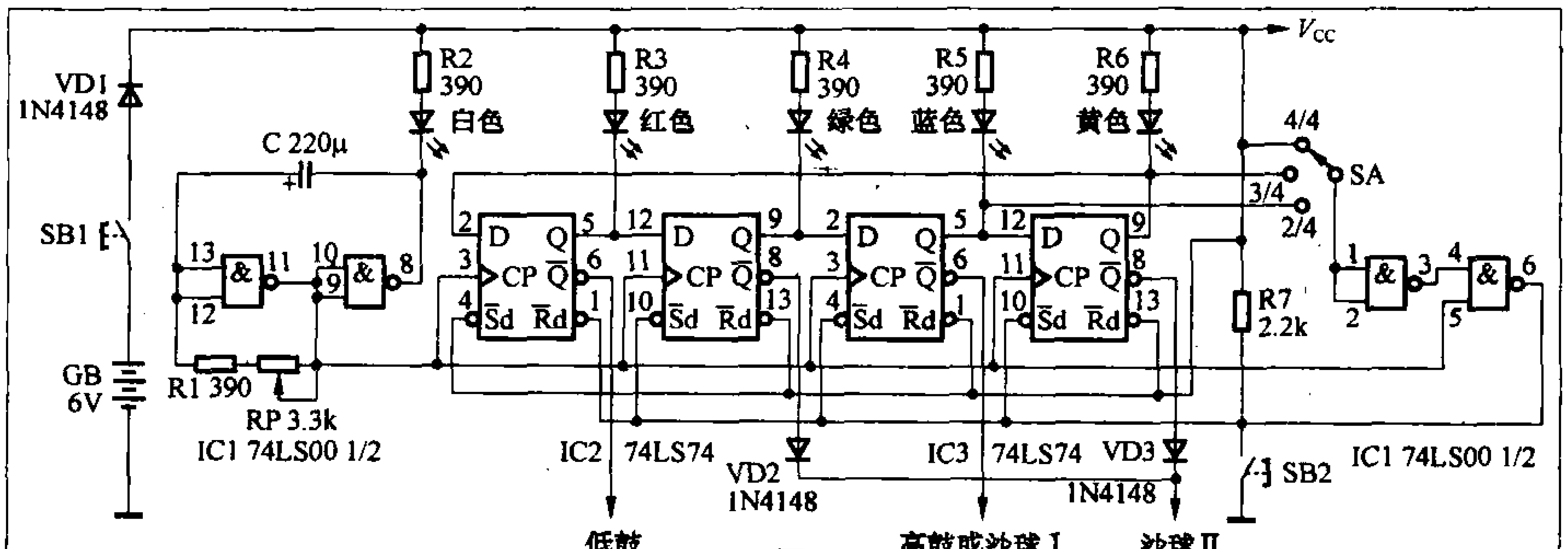


图12

三、移位寄存器

能够暂时存放数据的部件称为寄存器。寄存器具有接收、存放和传送数据的功能。移位寄存器具有移位的功能，常用于数码变换、串行—并行码变换，计数和数码发生电路等，常应用于计算机电路。

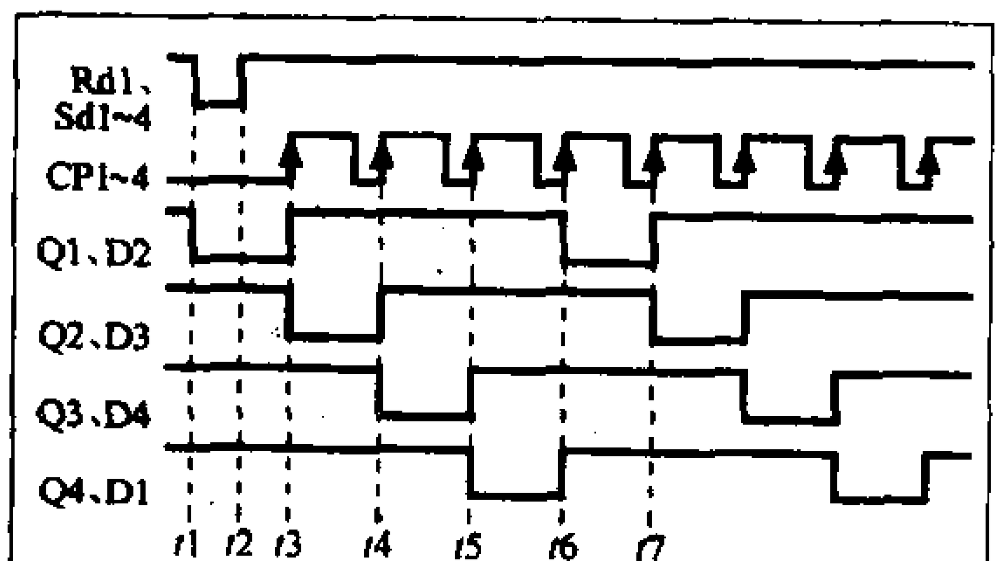


图11

1.环形移位寄存器

图10为环形移位寄存器实验电路，它由IC1与非门自激多谐振荡器构成时钟信号发生器，白色发光二极管作为时钟脉冲显示器，双D触发器IC2、IC3构成的4级移位寄存器，红色、绿色、蓝色和黄色发光二极管作为寄存器4位并行输出数据显示器，SB2为寄存器数据初始化开关。IC2的2脚D端为寄存器的数据输入端，它与寄存器IC3的9脚输出端相连，形成一个闭环，使寄存器移出的信号又重新反馈到输入端，因此寄存器在移位过程中不需要外加数据信号，但需要初始数据信号，利用D触发器置位、复位端来设定。

图11为移位寄存器工作波形图。在$t1$时刻，按下初始化开关SB2，寄存器初始化为0111。在$t2$时刻，松开SB2，寄存器处于保持状态。在$t3$时刻，在CP1～4第一个上升沿到来之时，Q1翻转到高电平，Q2翻转到低电平，Q3、Q4仍翻转到高电平，寄存器输出为1011，也就是说寄存器低电平右移了一位。在$t4$时刻，第二个时钟上升沿到来之时，输出数据1101。在$t5$时刻，第三个时钟上升沿到来之时，输出数据1110。在$t6$时刻，低电平移出Q4，通过反馈连线注入到寄存器数据输入端D1，寄存器返回初始设定状态。在$t7$时刻，上述移位周而复始。若将定时电容器C换成22μF，移位速度加快，成为流水灯电路，如用多块74LS74搭接成多位寄存器，流水灯效果更佳。

2.简易电子节拍器电路

图12为简易电子节拍器实验电路，它由拍点发生器，环形移位寄存器、节拍类型变换器和节拍显示器组成。用IC1的两个与非门组成拍点发生器，RP为节拍速度调节电位器，调节范围40拍／分钟（庄板）～240拍／分钟（最急板）。用IC2、IC3双D触发器组成4位环形移位寄存器，当SB2闭合时，寄存器被置于“0111”，SB2断开时，寄存器开始移位。节拍类型变换由单刀三掷开关及IC1余下的两个与非门组成，当SA掷于节拍类型为4／4拍的位置时，4位灯依次点亮。掷于3/4拍时，前3位灯依次点亮。掷于2／4拍，只有前两位灯交替闪亮。节拍显示器由红色、绿色、蓝色和黄色4只发光二极管组成。

74LS系列集成电路输入端可以悬空，为连接电路提供方便，而且输入阻抗低，抗干扰能力强，实验容易获得成功，再则驱动负载能力较强，带动发光二极管发出较强光亮，实验结果可视性强，总之74LS系列集成电路使用起来非常简便，实验中不易损坏，然而它不能适应较宽范围的供电电压。最后一部分将介绍C–MOS数字集成电路的几种数字部件，如BCD码编码器、译码器，实验一位数字显示器和应用实例等。

会“说话”的礼品盒

文 / 张晓东

逢年过节，许多人都要给亲朋好友送礼，如果给装礼品的普通盒子加装本文介绍的语音电路，制成有声有色、会说祝贺话语的时尚礼品盒，多有节日气氛！

一、工作原理

图1是能够说祝福话语的礼品盒电路，它由光控电路、语音发生电路和音频功率放大电路等几部分组成。其核心元器件是内储“祝您节日快乐”的语音集成电路A。

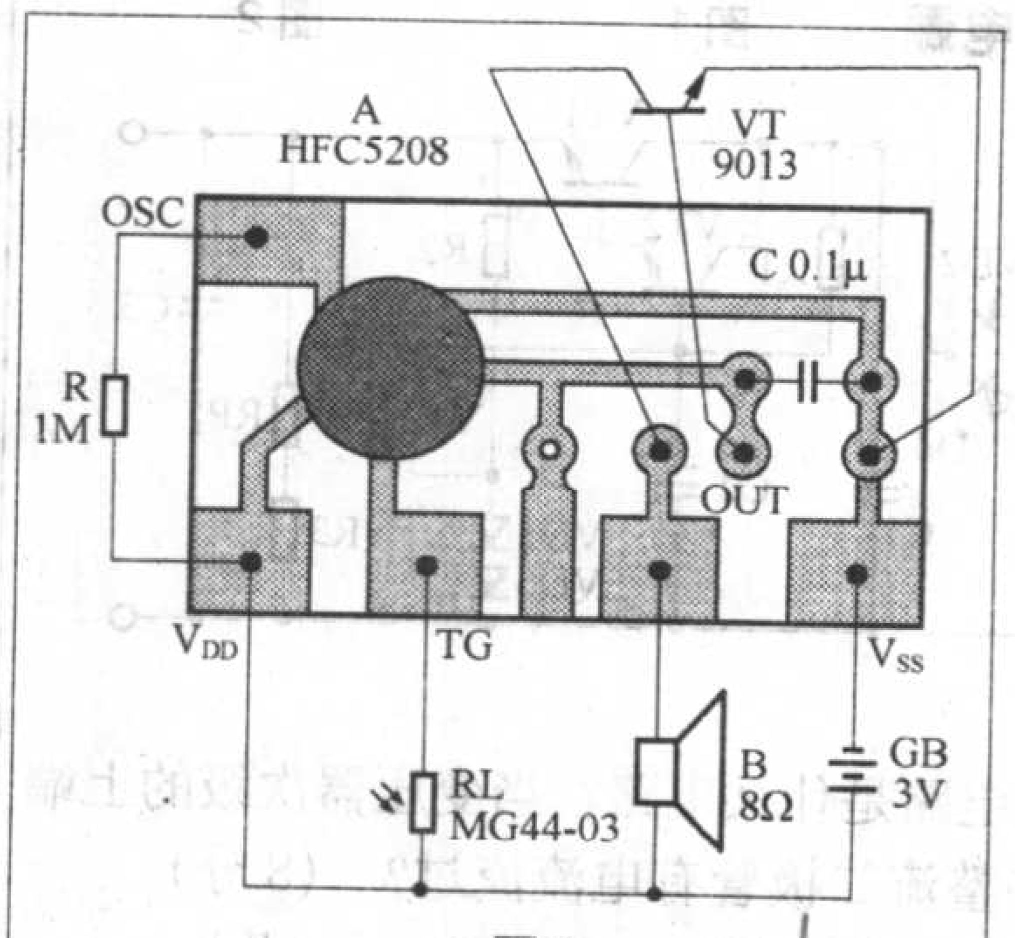


图1

平时，关闭着的礼品盒使光敏电阻器RL无法感受到外界自然光线，所以RL呈高电阻值，语音集成电路A的正脉冲触发端TG无信号输入，A内部电路不工作，晶体三极管VT处于截止状态，扬声器BL无声。当打开礼品盒时，RL受到外界自然光线照射而突变为低电阻，A的TG端获得正脉冲触发电压，其输出端OUT输出内储的语音声电信号，经VT功率放大后，推动B发出“祝您节日快乐”的语音声。紧接着重复一遍，然后不论礼品盒是否关闭均自动停止发声。

电路中，R是语音集成电路A外接的振荡电阻器，其阻值大小影响语音声的速度和音调。C主要用于滤去A输出信号中一些不悦耳的谐波成分，可使语音音质得到很大改善，声音更加响亮。

图2是能够发出送礼人话语的礼品盒电路，其核心器件是一块质优价廉的新型超薄语音录放模块A。由于该模块体积小巧、做工精良、质量优越、价格便宜，是电子爱好者制作语音小装置的理想组件。

当按下录音开关SB的按键不松手时，语音录放模块A的录音控制端REC获得高电平触发信号，发光二极管VD点亮，表示电路进入录音状态。这时，嘴对着驻极体话筒B1讲话，A即自动录入有关语音。手松开SB按键后，VD熄灭，录音结束；如果录音超过12s，则VD自动熄灭，表示语音录满。如对录音不满意，可以重新录制。

当打开礼品盒时，与语音录放模块A的边沿触发放音端PE相接的光敏电阻器RL，就会因感受到环境自然光线而突然呈低电阻值，A的PE端即获得包含有上升沿的高电平触发信号，A受上升沿触发从SP+、SP−两端输出一遍内储的录音电信号，并驱动扬声器B2直接发声。如欲再次聆听录音，只需闭合一下礼品盒，并再次打开即可。

二、元器件选择

图1电路中，A选用国产HFC5208型语音集成电路，它采用黑胶封装形式制做在一块20mm × 14mm的小印制板上，并留有外围元件焊接脚孔，使用很方便。HFC5208的触发方式通常分为边缘触发和电平触发两种，本制作宜采用边缘触发方式的产品，即每次触发后只输出两遍内储语音电信号，而后便自动进入静止状态。如果购买不到这种语音集成电路，也可用内储语音内容相近的其他语音集成电路、甚至是音乐集成电路芯片来代替，电路具体接线大同小异，这里不再赘述。

VT用9013（集电极最大允许电流I_{CM}=500mA，集电极最大允许功耗P_{CM}=625mW）或3DG12型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta \geqslant 100$。RL选用MG44−03型塑料树脂封装光敏电阻器，其他亮阻≤5kΩ、暗阻≥1MΩ的光敏电阻器也可代用。R用RTX−1/8W型碳膜电阻器。C用CT1型瓷介电容器。B宜用ϕ29mm × 9mm、8Ω超薄微型动圈式扬声器。G用两节5号干电池串联（须配带塑料架）而成，电压3V。如要缩小电路体积，可用两粒SR41型（ϕ7.9mm × 3.6mm）扣式微型氧化银电池串联组成。

图2电路中，A选用ISD1810M型超薄语音录放模块，其语音集成电路芯片和外围阻容元件等分别采用软封装和贴片工艺制作在尺寸仅为17.5mm × 15mm的双面小印制电路板上，总厚度仅为2mm，只要给它外接上电池、两个按键开关（一录一放）、扬声器和驻极体话筒等，便可实现录音和放音，使用非常方便。ISD1810M的主要参数为：工作电压范围2.7～5.5V，静态电流≤0.5μA，工作电流约25mA，录音时间8～20s（缺省值12s），录入语音断电不怕丢失，可重复录音达10万次。

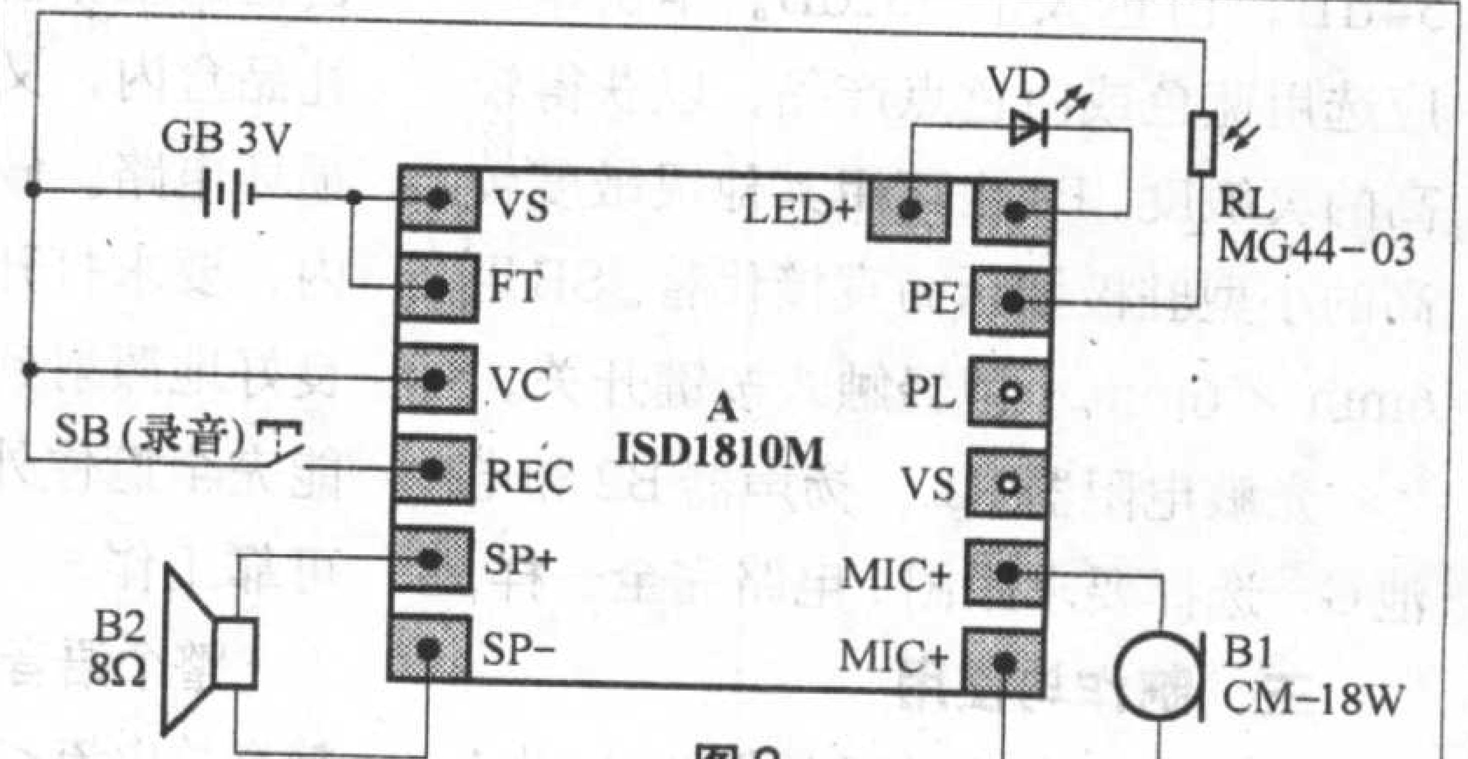


图2

2005年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题

（远郊区县初中组）

区县________学校________________姓名____________

一、填空：（每空2分，共52分）

1．色环电阻器的识别，要求用最少的数字表示。

色环是绿、棕、黑表示电阻值是________，

误差是________；

色环是红、紫、黄、金，表示电阻值是______，

误差是______；

色环是蓝、灰、金、银，表示电阻值是______，

误差是______；

色环是橙、白、银、金，表示电阻值是______，

误差是______。

2．写出下列电容器上的标志所表示的容量和误差：

103K ____________、______；

0.1N ____________、______。

3.电容器上的标示为“2n2”，这只电容器的容量是__pF。

4．我国调频广播的波段为________至________MHz。

5．电容器的主要参数包括电容器的容量和它的______。

6．电阻器的主要参数包括电阻器的阻值和它的______。

7．四节5号电池并联后的电压为____伏。

8．我国市电电压为____伏，频率为____赫兹。

9.万用表测电压时应____联在电路中，测电流时应____联在电路中。

10．锗二极管的导通电压是___伏；硅二极管的导通电压是____伏。

11．变压器能把____________电压变高或变低。

12．超过三极管集电极最大允许电流时，三极管的β值会______。

二、三只30μF的电容器通过串、并联后可以组成哪些新的电容值？要求画出连接方法，注明新电容值。（16分）

三、计算题（10分）

1.求电路中E的电压。（图1）

2.求通过60Ω电阻器的电流。（图2）

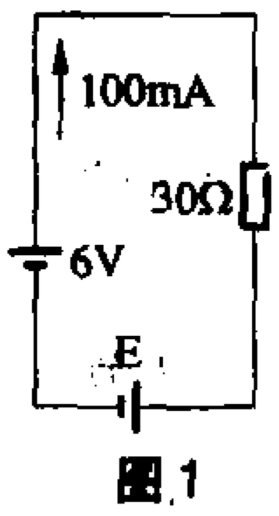


图1

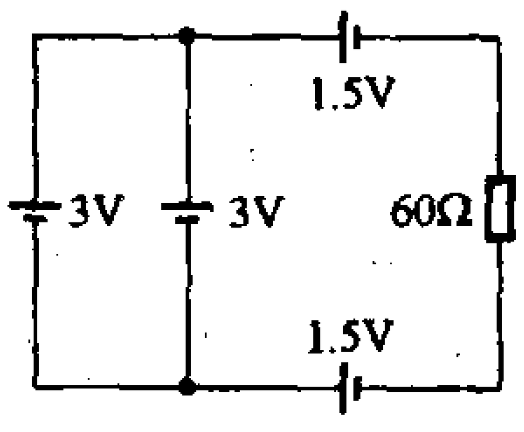
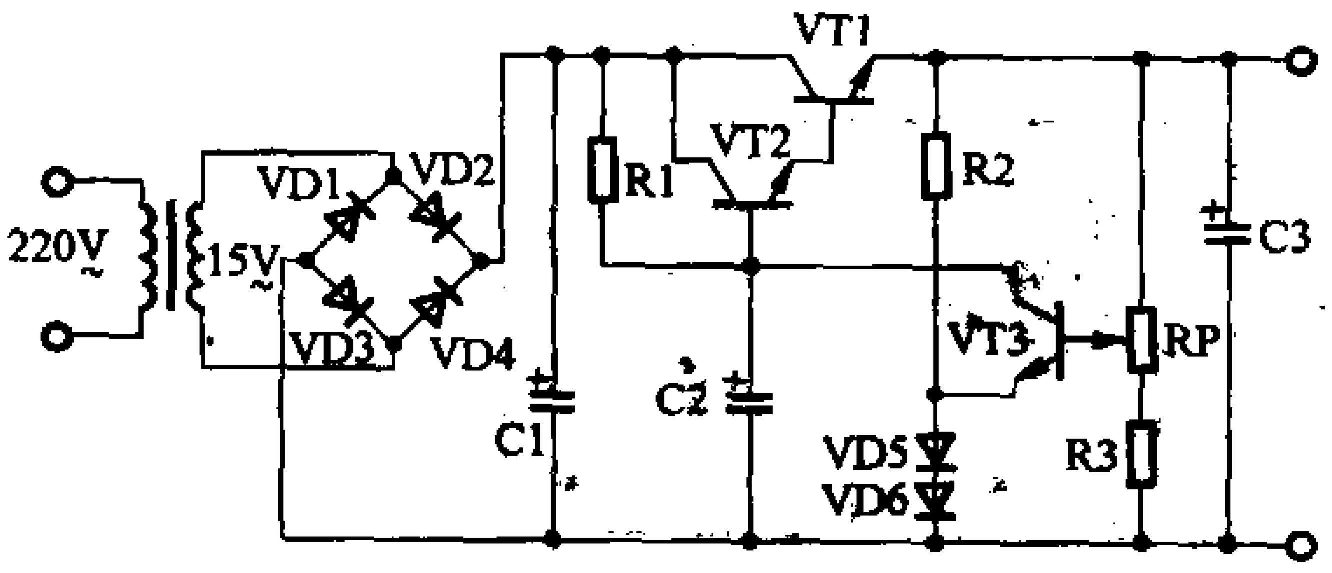


图2

四、下图是稳压电源的电原理图。



1.电路中的整流电路是什么电路？当变压器次级的上端为正半周电压时哪些整流二极管有电流流过？（8分）

2．电路中的基准电压由哪些元件保证？（4分）

3．要提高输出电压，电位器的中心头应向哪个方向调整？（4分）

4．滤波电容器C1的耐压不应低于多少？（4分）

VD可用φ 3mm普通红色发光二极管。B1选用CM~18W型（φ 10mm × 6.5mm）高灵敏度驻极体话筒，它的灵敏度划分成五挡，分别用色点来表示：红色为−66dB，小黄为−62dB，大黄为−58dB，蓝色为−54dB，白色大于−52dB。本制作中应选用蓝色或白色点产品，以获得较高的灵敏度。B1也可用其他灵敏度较高的小型驻极体话筒直接代替。SB用6mm × 6mm小型轻触式按键开关。

光敏电阻器RL、扬声器B2和电池G，选择要求跟图1电路完全一样。

三、制作与使用

整个语音电路（图1或图2）以A的基板、扬声器等为支架，全部焊装在市售精美全密闭、不透光的普通礼品盒内。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿集成电路内部CMOS电路！建议最好将电路元器件单独焊装在一个体积合适的绝缘密闭小盒内，既便于装入礼品盒内，又可避免取放礼品时不慎损坏电路。做好的电路盒装人礼品盒内，要求打开礼品盒时环境光线能够良好地照射到RL上，关闭礼品盒时又能完全遮住外界光线，这样电路才能可靠工作。

整个语音电路平时耗电甚微（实测静态总电流＜5μA），无须另设电源开关。如嫌图1电路的语音声速度或音调不理想，可通过更改R阻值（910kΩ～1.2MΩ之间）加以调整。R阻值大，语音声速度慢、音调低沉；反之，则速度快、音调高尖。如嫌图2电路每次12s的录放时间太短，可将模块背面标注为R2的120kΩ贴片电阻器，改换成为200kΩ，则录音时间可增大到20s。如果分别将R2改换成为80kΩ、100kΩ、160kΩ的贴片电阻器，则可对应获得8s、10s和16s的录音时间。但应注意：录音时间越短音质越好，录音时间越长音质越差。

电子控制技术入门(13)

数字集成电路(6)

文/孙心若

数字集成电路主要分为TTL和CMOS两种类型。74LS系列是TTL集成电路，是以NPN型晶体管为主体构成的器件。CMOS是以场效应管为主体构成的器件。20世纪90年代以来，CMOS成为数字集成电路的主流。

一、CMOS数字集成电路

MOS是一种金属－氧化物－半导体场效应管，它分为N沟道和P沟道两种导电类型，用这两种沟道场效应开关管构成互补对称型器件，这就是CMOS数字集成电路。

1.CMOS数字集成电路

常用CMOS数字集成电路有4000系列，如4011为四2输入端与非门，在逻辑功能上和TTL系列74LS00相同，但是它们在电路结构与电气性能上有很大的差别。四2输入端与非门4011的引脚排列见图1。

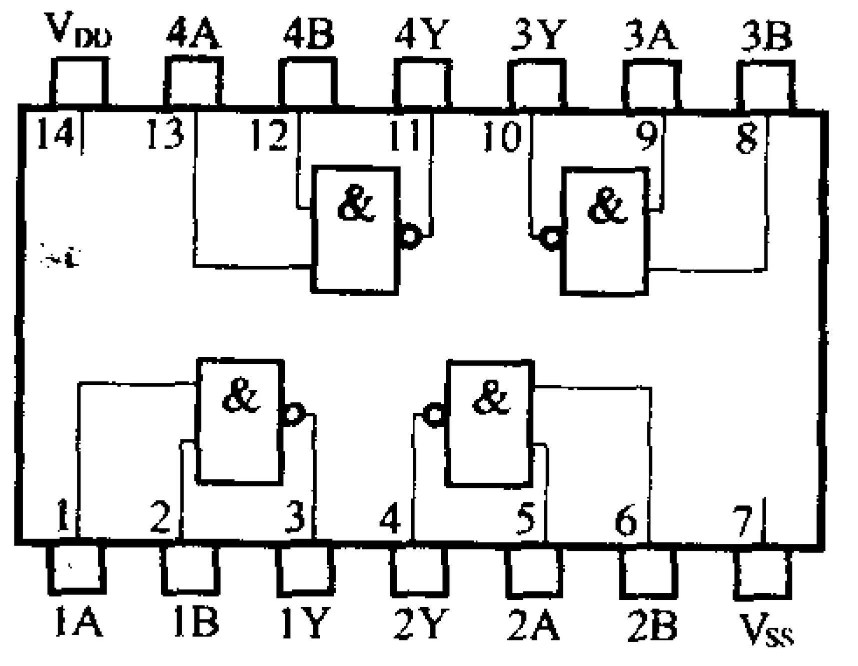


图1

2.CMOS数字集成电路的特点

CMOS数字集成电路具有极低的静态功耗，动态功耗也很低，温度稳定性随之提高。具有很高的输入阻抗，输入电流极小，输出可以同时驱动更多的CMOS工作。工作电压范围宽，4000系列为3～18V，输出逻辑电平幅度大，抗干扰能力增强。电路元器件少而简单，容易制造，品种齐全，价格低，易于与其他电路接口连接。

3.CMOS数字集成电路的使用

使用CMOS数字集成电路时，除满足数字集成电路共同要求之外，还由于输入阻抗高，功耗小，决定了它比74LS系列更为娇嫩，使用不当很容易损坏。首先，CMOS输入端绝对不能悬空，否则容易感应静电、交流电或各种脉冲信号干扰，破坏电路逻辑状态，甚至损坏集成电路。在更换电路板上元器件时，要拔下稳压直流电源或测试仪表的电源插销头，尽可能不要触摸集成电路的输入端。在保存CMOS时，应该将其插在导电海绵上，或放在金属屏蔽盒（或包铝箔）内，不要插在绝缘泡沫塑料上，造成输入端感应较强的静电而击穿。其次，CMOS驱动能力小，其工作电流不像74LS系列那样大。此外，CMOS不如TTL电路工作速度高，门开启电压约为$V_{DD}/2$，不同类型集成电路接口时要考虑这一点。

4.触摸延时开关

图2为触摸延时开关实验电路。它由整流二极管VD1～VD4组成全波桥式整流电路，作为集成电路工作电源，四2输入端与非门4011、单向晶闸管VS1等组成触摸开关电路。全波桥式整流电路输出高达200V脉动直流电，经过电阻器R1、R2分压，并通过电容器C1滤波，输出约13V的直流电，作为IC工作电源。在照明灯EL亮时，4011稳态工作总电流不到20μA，灯熄灭时4011电流（用50μA量程）几乎无法测出，足见CMOS集成电路的低功耗。此外，在照明灯EL点亮时，R2分压降至2V，4011仍能工作，这就是选用CMOS数字集成电路的原因。

当用手触摸金属片A端时，通过降压电阻器R3、R4将感应交流电信号加在IC－1输入端，在交流电正半周时，IC－1的1、2脚为高电平，其输出端下跌为低电平，与之相连IC－2输出端4脚上升为高电平，通过开关二极管VD5向定时电容器C2充电，使得IC－3输入端上升到高电平，其输出端10脚为低电平，IC－4输出端11脚为高电平，通过电阻器R7加在单向晶闸管控制电极G上，触发VS1导通，负载照明灯EL点亮。当C2充电电荷通过定时电阻器R6逐渐放电，使电压下降到低于CMOS门开启电压时，IC－3输出端上升为高电平，IC－4输出端为低电平，单向晶闸管阻断，EL熄灭。当R6为1MΩ、C2为10μF时，触摸开关控制延时约17s，C2换成22μF时，延时增加一倍，C2为47μF延时

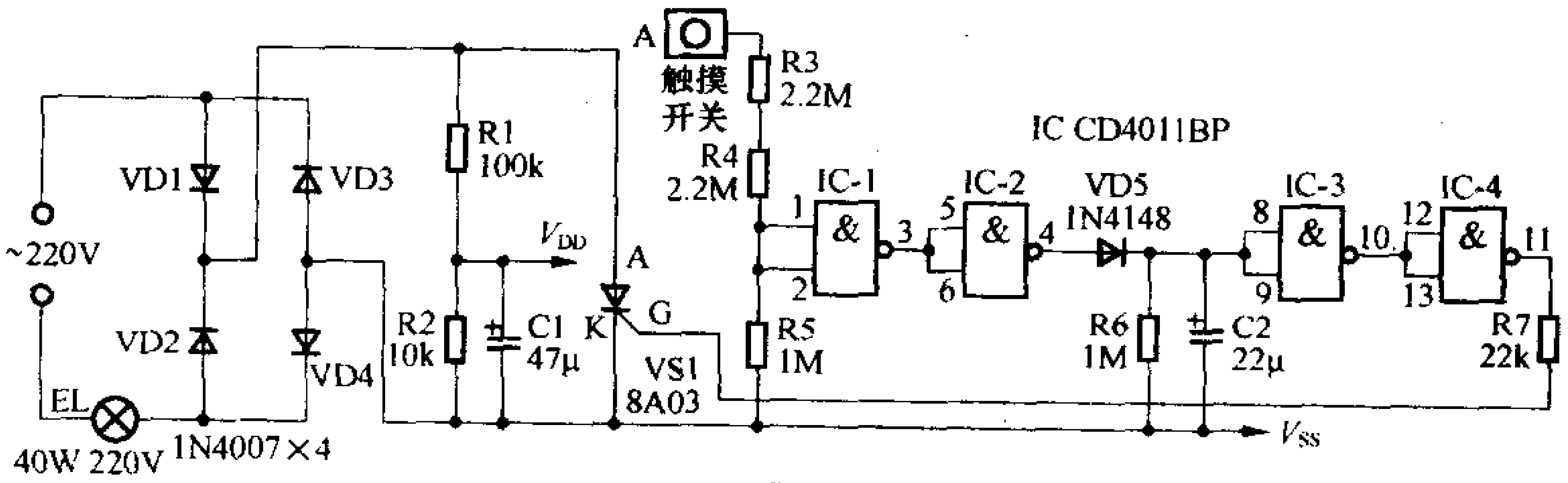


图2

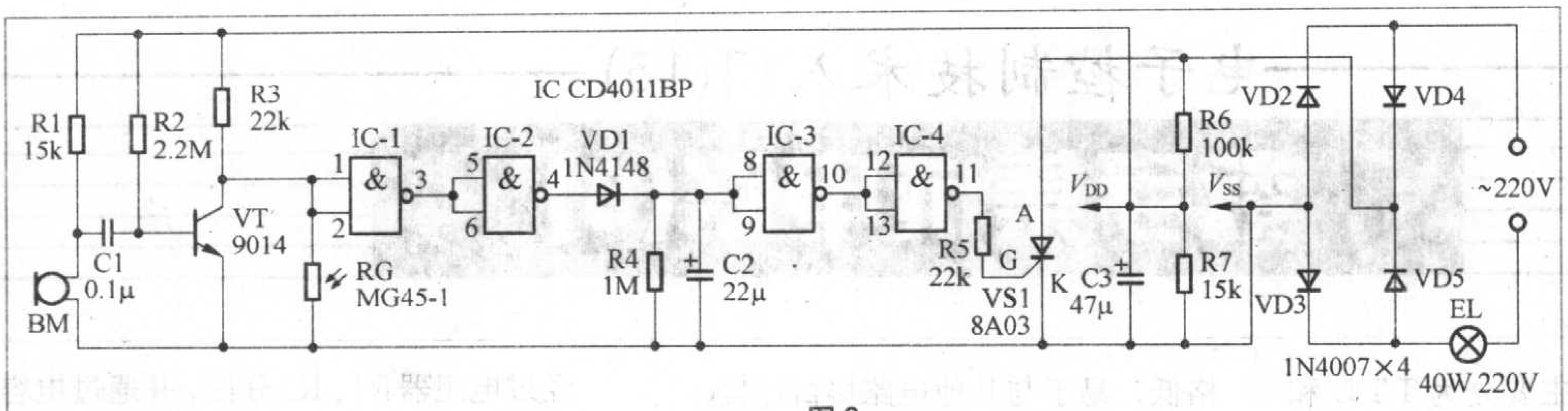


图3

已绰绰有余。

在触摸开关电路中，R5为下拉电阻器，尽管其电阻值为1MΩ，但与非门IC-1输入端为低电平，说明CMOS数字集成电路输入阻抗非常高。四2输入端与非门4011剩余的输入端不能悬空，采用并接方式，当作非门使用。IC也可选用四2输入端或非门4001。

5.实用声控照明灯

图3为实用声控照明灯实验电路。它由驻极体话筒BM、三极管VT等组成话筒传感放大电路，集成电路IC、单向晶闸管VS1等组成控制开关电路，VD2～VD5组成全波桥式整流电路，还有负载照明灯EL和IC工作电源电路。在话筒传感放大电路中，C1电容量取值较小，对击掌脉冲音频信号敏感，输入的负脉冲信号使VT集电极上升到高电位。在控制电路中，IC-1输入端连接有负载电阻器R3与光敏电阻器RG组成的分压电路，当环境光线较暗时，RG呈现出较高电阻值，使输入端第1、2脚电位上升，但达不到门开启电压，只有声控信号使VT集电极呈现高电位，IC-1输入端电平才上升到门开启电压，通过控制开关电路使晶闸管导通，照明灯点亮，延迟一定时间EL自动熄灭。当环境光线较强时，RG呈现出较低电阻值，尽管有声控信号使VT截止，也达不到IC1门开启电压，EL不能被点亮，即白天声控作用被禁止，夜晚声控才起作用，这就是声控楼道灯的工作原理。R3取值关系到声控灯的可靠性，当R3取值为22kΩ时，声控灵敏度提高（声控距离≥5m），光控灵敏度下降。当R3取值为1MΩ时，光控灵敏度提高，在很弱环境光线下就能开启声控灯。注意R3电阻值大小使负载电流变化，影响其工作电压，可以微调分压电阻器R7，使V_{DD}工作电压不要超过18V。

二、BCD计数器

BCD码是一种用二进制数码编辑成十进制代码，是一种特定的4位二进制码，取值范围0000～1001。

1.BCD计数器

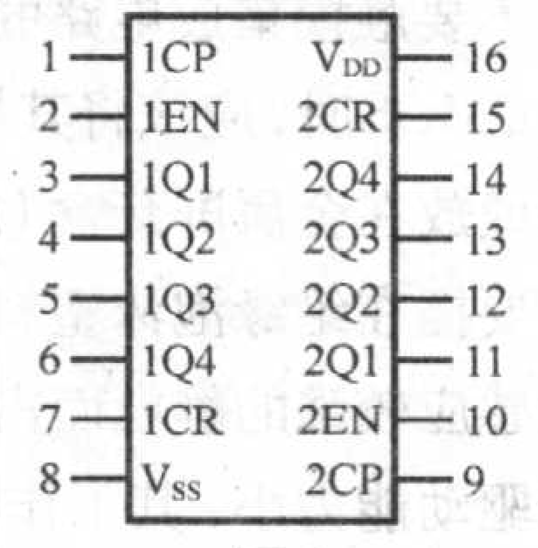


图4

图4为双BCD同步加计数器4518引脚排列图，外形为双列直插式16脚排列。4518是4500系列的CMOS数字集成电路，由两个独立的计数器单元构成，各由4级T触发器等组成BCD同步加计数器，输出BCD码，相当于十进制0～9，禁止计数10～15。

表1为BCD同步加计数器功能表。当计数器复位端CR为高电平时，不管时钟端CP和反相时钟端EN状态如何，输出端Q1～Q4均处于复位状态。CR为低电平，EN＝1，CP端上升沿信号到来之时，计数器进行加计数。若用下降沿时钟信号触发，CP＝0，时钟信号由EN端输入，同样进行加计数。由于计数器进行二进制加计数，随着输入时钟信号，输出BCD码数增加，故称之为同步加计数器。

2.BCD同步加计数器功能测试

图5为BCD同步加计数器功能测试实验电路。它由IC1中的两个与非门、单刀双掷开关SA等构成防抖动RS触发器，作为时钟信号发生器，IC2等组成BCD同步加计数器，各发光二极管作为输出电平显示器，高电平时发光二极管点亮，SB2为复位开关。由于实验采用CMOS数字集成电路，无需用开关二极管VD降压，仅用于防止电源引线接反损坏集成电路。

将单刀双掷开关SA掷向S2，接通电源开关，各发光二极管都不亮，输出端Q1～Q4皆为低电平。当SA掷向S1时，与非门输出端3脚为高电平，白色发光二极管点亮，Q1由低电平翻转为高电平，红色发光二极管点亮。按下复位开关SB2，计数器复位，各输出端处于低电平，松开SB2，计数器

表1 BCD同步加计数器功能表

输入			输出功能
CP	CR	EN	Q1～Q 4
↑	0	1	加计数
0	0	↓	加计数
↓	0	×	保持状态
×	0	↑	
↑	0	0	
1	0	↓	
×	1	×	复位状态

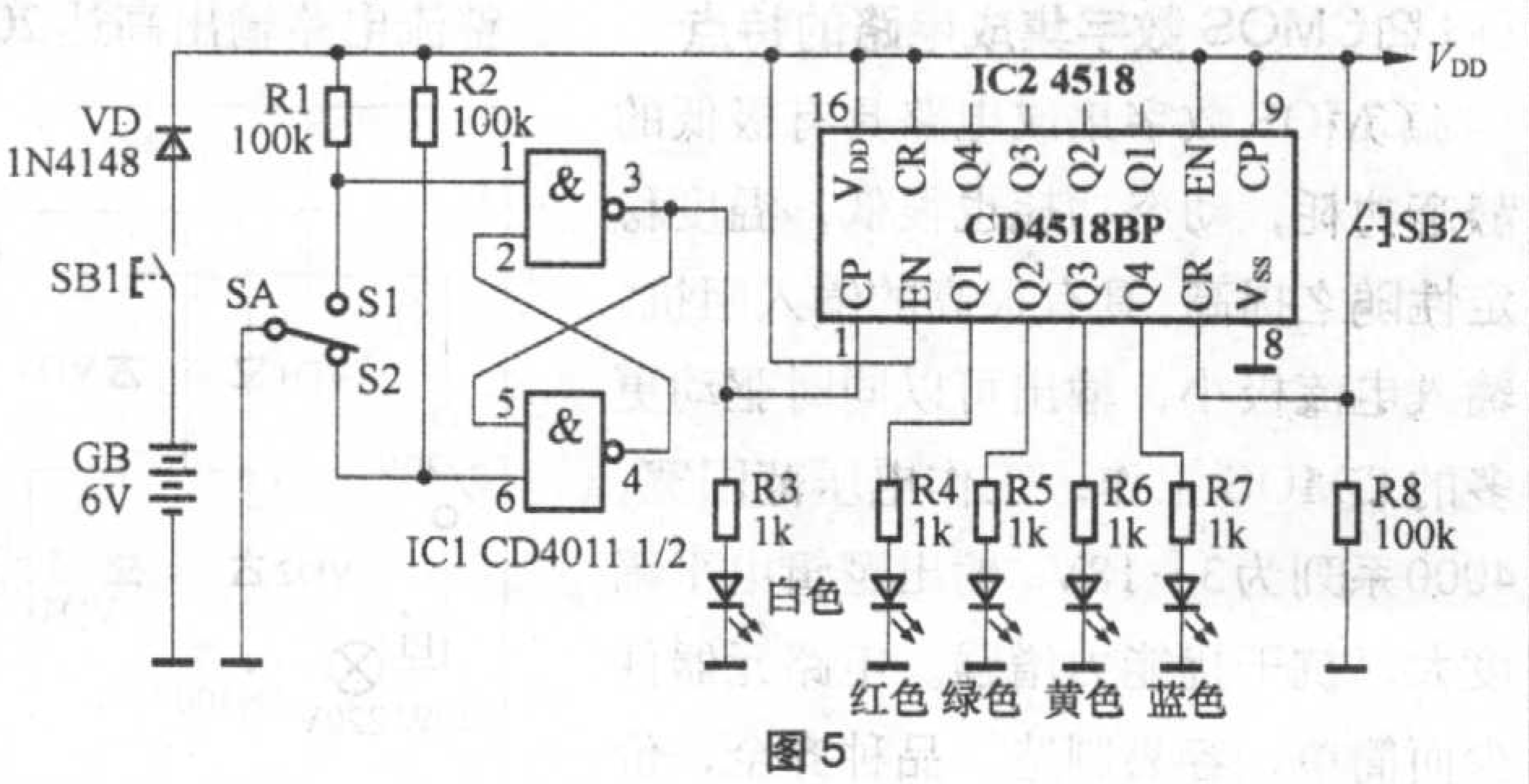


图5

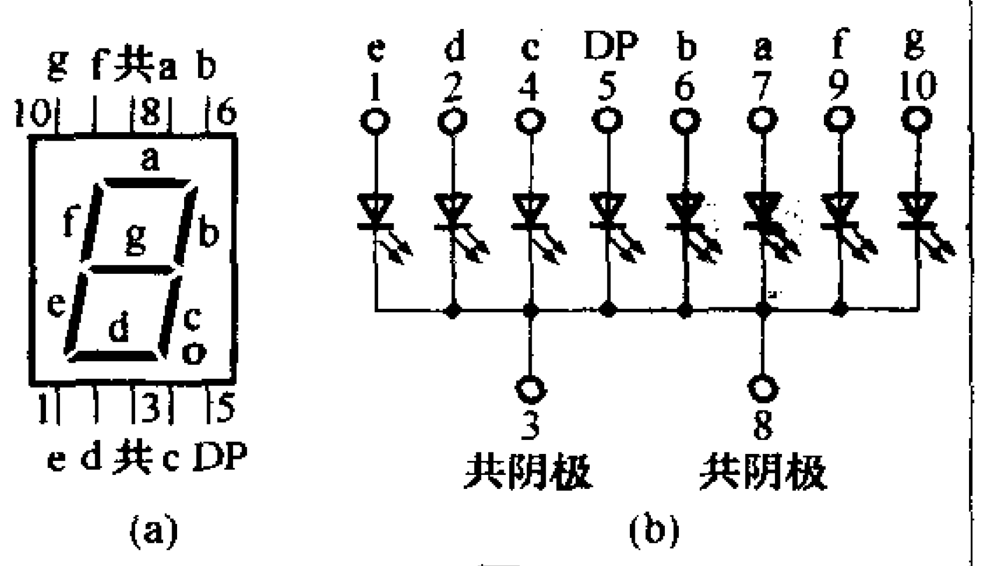


图6

处于工作状态。当单刀双掷开关SA交替接触S1、S2时，每次接触S1白色发光二极管点亮之时，计数器进行加计数翻转，蓝色、黄色、绿色和红色发光二极管点亮时分别代表二进制8、4、2和1码位，进行0000～1001范围加计数。

三、BCD译码器

人们熟悉及常用的是十进制数，而计算机需要用二进制数码进行信息存储和逻辑运算，因此需要数码转换。将十进制数变换为二进制数的电路称之为编码器，反之，将二进制数变换为十进制数的电路称之为译码器。译码器广泛应用于数字显示，数模转换、计算技术及通信等方面。

1.七段数码显示器

图6为七段发光二极管数码管，其中图6（a）为数码管LG5011外形示意图及管脚引线排列。数码管上数字分别由a、b、c……f七段笔划组成，DP为小数点段，各笔划段引线管脚排列采取双列，在数码正置俯视时，左下角为第一脚，按顺时针依次确定其余各脚。图6（b）为LG5011内部连接电路，它是一种共阴极显示数码管。测试时，共阴极接电源负极，电源正极通过限流电阻器分别与各笔段引脚相连，每个笔段发光二极管电流限制在5～10mA之间。如果数码管共阴端通过一个电阻器接地，点亮笔段增多，数码管的亮度减小。

2.BCD－7段译码器4511

图7为BCD－七段译码器4511管脚排列。4511是4500系列CMOS数字集成电路，它将输入BCD标准代码变换成驱动七段数码管所需的码信号。4511又称四线－七段锁存译码器，其中四线A～D为BCD码输入端，高电平有效，A为低位输入端，D为高位端，七段a～g输出高电平以驱动共阴极数码管发光。LE为锁存控制端，高电平时能够锁存输入的BCD码。$\overline{LT}$为灯测试反相控制端，$\overline{BI}$为消隐反相控制端。

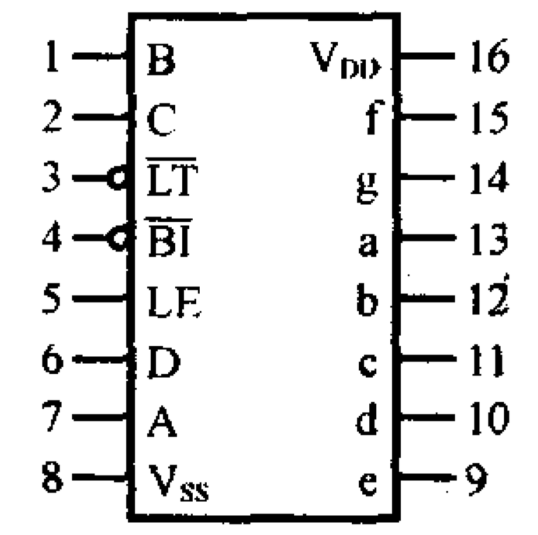


图7

3.一位数码显示器

图8为一位数码显示器测试实验电路。它由与非门IC1等组成自激多谐振荡器，作为时钟信号发生器，高电平时白色发光二极管点亮。由IC2等组成同步加计数器，红色、绿色、黄色和蓝色发光二极管分别显示Q1～Q4电平，兼作IC3的四线输入端信号电平显示，按钮开关SB2为复位开关。由IC3等组成七段锁存译码器，将输入的BCD码变换为数码管所需的七段输出信号，按钮开关SB3为灯测控制开关，SB4为消隐控制开关，SB5为数据锁存控制开关。由共阴极七段数码管组成一位数码显示器，R11～R17为数码管发光二极管芯片限流电阻器，R18驱动小数点发光二极管，作为电源指示灯用。

接通电源开关SB1，数码管小数点位被点亮，白色发光二极管闪亮时，红色、绿色、黄色和蓝色发光二极管点亮或熄灭，数码管显示数字。按下IC2复位开关SB2，红色、绿色、黄色和蓝色发光二极管熄灭，数码管显示0。按下IC3灯测控制开关SB3，数码管显示数字8，不影响各色发光二极管继续闪亮，松开SB3时，根据输入BCD数码实时显示数字。按下IC3消隐控制开关SB4，数码管熄灭，同样不影响各色发光二极管继续闪亮及开关断开时实时显示数字。按下锁存控制开关SB5，数码管显示锁存的数字，不影响各色发光二极管继续闪亮，同时按下灯测开关SB3或消隐开关SB4时，数码管显示8或消隐，松开SB3、SB4后，都不影响锁存的数据，松开锁存开关SB5，实时显示当前数字。数字显示电路能够把计数的结果显示出来，使我们能够直观地看到数字电路的“数”，当您看到自激多谐振荡器自动产生计数脉冲信号，信号灯不断闪烁，数码管数字不断跳跃，将会体验到实验成功的惬意！

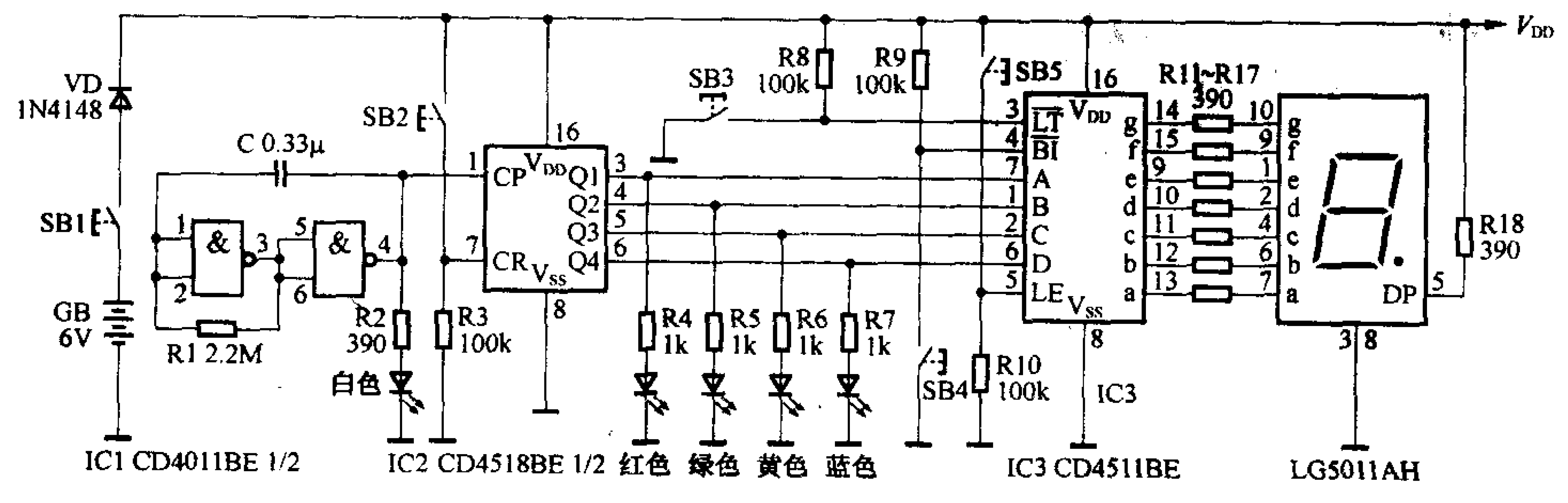


图8

片状元器件的焊接

文 / 陈子聪

与传统有引脚元器件相比，片状元器件的焊接难度大，不易掌握，特别是BGA（球栅阵列封装）芯片的焊接更有其特殊性，本文对片状元器件的焊接方法以及所用工具作较为详细的介绍。

在实际维修中，常常使用维修平台、防静电调温电烙铁、热风枪、BGA焊接工具、超声波清洗器、带灯放大镜等维修工具。

1.维修平台

维修平台用于固定电路板。在焊接与拆焊电路板上的元器件时，需要固定电路板，否则拆装组件极不方便。利用仪器检测电路时，也需固定电路板，以便表笔准确接触到被测点。维修平台上一侧是夹子，一侧是卡子，也有两侧都是卡子，卡子采用永久性磁体，可以在金属维修平台上任意移动被卡电路板的位置，这样便于焊接与拆焊电路板的元器件和检测电路板的正反面。维修平台如图1所示。

在对BGA芯片进行植锡操作时，维修平台的凹槽也被用来定位BGA芯片。

图1 (a)

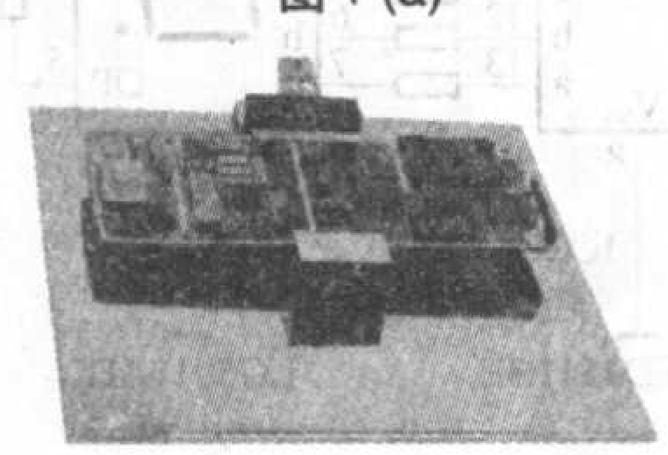


图1(b)

2.防静电调温电烙铁

防静电调温电烙铁常用于电路板上电阻、电容、电感、二极管、三极管、CMOS器件等管脚较少的片状元器件的焊接与拆焊。防静电调温电烙铁如图2所示，使用注意事项如下。

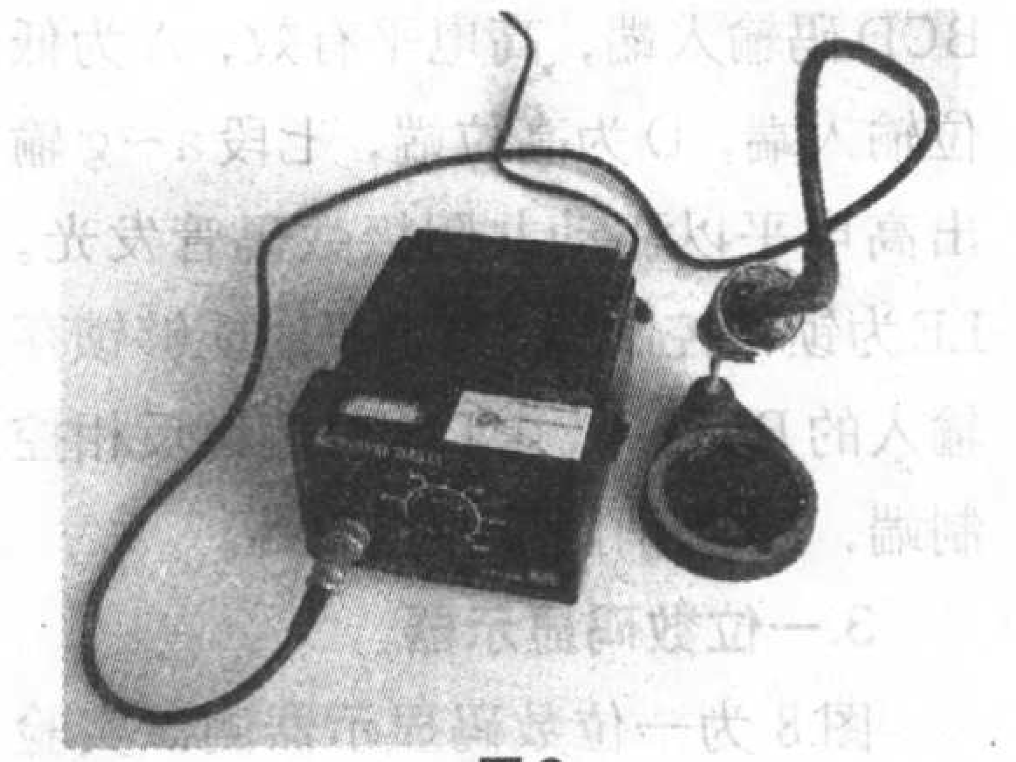


图2

(1) 将防静电调温电烙铁接地，这样可以防止工具上的静电损坏电路板上的精密元器件。

(2) 调整到合适的温度，不宜过低，也不宜过高。用电烙铁做不同的工作，比如清除以及焊接不同大小的元器件的时候，应该相应调整电烙铁的温度。

(3) 及时清理电烙铁头，防止因为氧化物和碳化物损害电烙铁头而导致焊接不良，定时给电烙铁上锡。

(4) 对于管脚较少的片状元器件的焊接与拆焊常采用轮流加热法。如图3所示。

(5) 电烙铁不用的时候，应当将温度旋至最低或关闭电源，防止因为长时间空烧损坏电烙铁头。

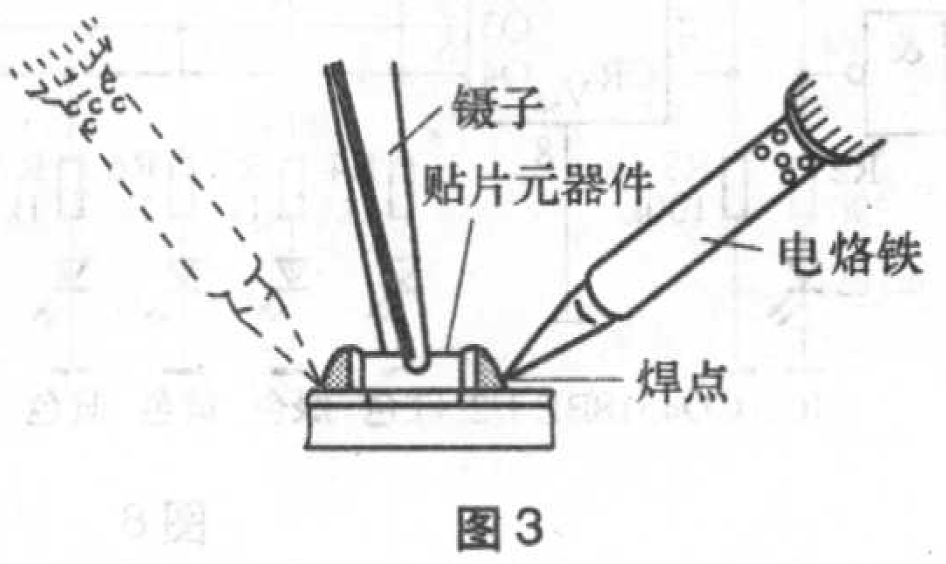


图3

3.热风枪

热风枪是用来拆卸集成块以及片状元器件等的专用工具。其特点是防静电，温度可调节，不易损坏元器件。热风枪实物如图4所示。使用注意事项如下。

图4

(1) 温度旋钮和风量旋钮的选择要根据不同集成组件的特点而定，以免温度过高损坏组件或风量过大吹丢小的元器件。

(2) 用热风枪吹焊SOP（小外形封装）、QFP（方形扁平式封装）和BGA封装的片状元器件时，初学者最好先在需要吹焊的集成块四周贴上条形纸带，这样可以避免损坏其周围元器件（图5）。

(3) 注意吹焊的距离适中。距离太远元器件吹不下来，距离太近又损坏元器件。

(4) 风嘴不能集中于一点吹，应按顺时针或逆时针的方向均匀转动手柄，以免吹鼓、吹裂元器件。

(5) 不能用热风枪吹接插件的塑料部分，热风枪的喷嘴不可对准人和设备，以免烫伤（坏）。

(6) 不能用风枪吹灌胶的集成块，

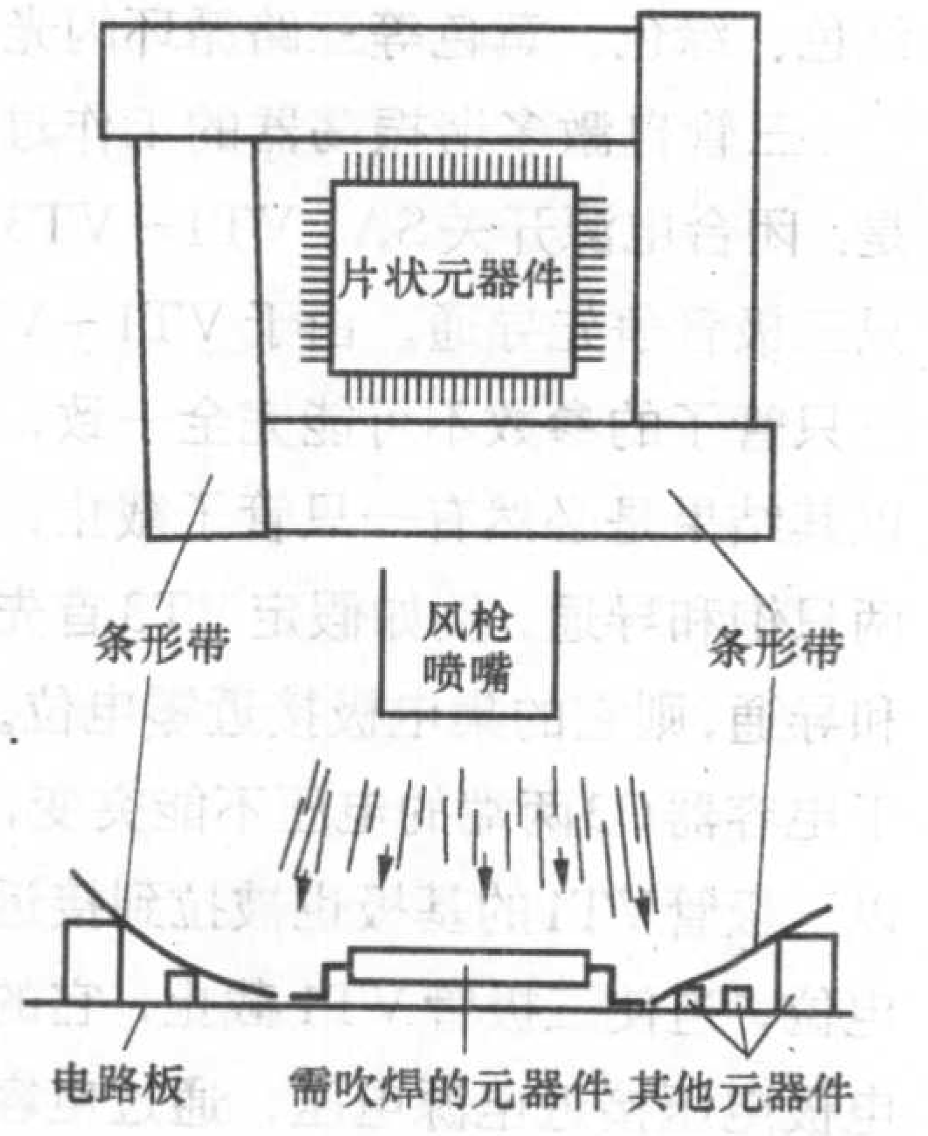


图5

应先除胶，以免损坏集成块或板线。

(7) 吹焊组件要熟练准确，以免多次吹焊损坏组件。

(8) 吹焊完毕时，要及时关小热风枪温度旋钮，以免持续高温降低手柄的使用寿命。

4.植锡工具

随着数码电子产品逐渐小型化和元器件集成化程度的不断提高，近年来多采用BGA封装技术。采用BGA技术与过去的QFP平面封装技术的不同之处在于：BGA封装方式下，芯片引脚不是分布在芯片的周围而是在芯片的“肚子”下面，实际是将封装外壳基板原四面引出的引脚变成以矩阵布局的凸点引脚，这就可以容纳更多的管脚数，且引脚间距比QFP大，避免引脚距离过窄而导致焊接互连。因此使用BGA封装方式，不仅可以使芯片在与QFP相同的封装尺寸下保持更多的封装容量，又可使引脚间距加大。

（1）植锡板

植锡板是用来为BGA封装的IC芯片“种植”锡脚的工具，如图6所示。

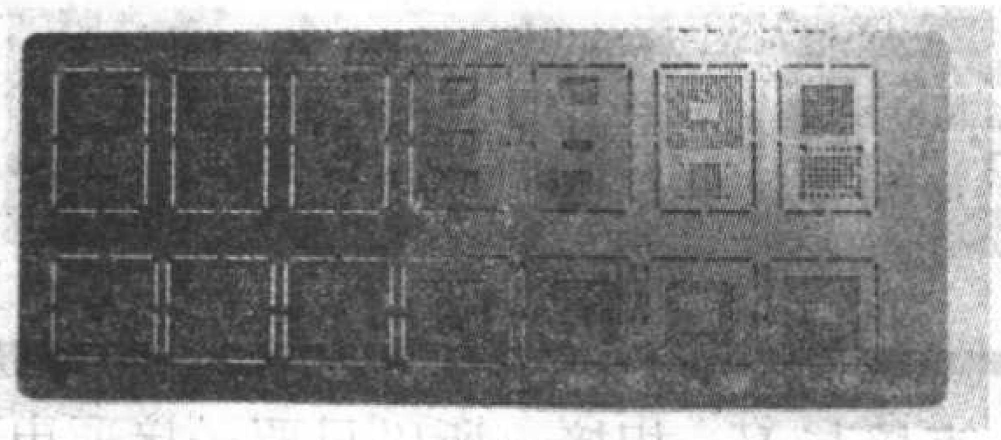


图6

（2）锡浆和助焊剂

锡浆是用来做焊脚的，建议使用瓶装的锡浆。助焊剂对IC和PCB没有腐蚀性，因为其沸点仅稍高于焊锡的熔点，在焊接时焊锡熔化不久便开始沸腾吸热汽化，可使IC和PCB的温度保持在这个温度而不被烧坏。

（3）清洗剂

使用无水酒精或天那水作为清洗剂，对松香助焊膏等有极好的溶解性。注意长期使用天那水对人体有害。

5. BGA芯片植锡操作

（1）清洗

首先在IC的锡脚那面加上适量的助焊膏，用电烙铁将IC上的残留焊锡去除，然后用天那水清洗干净。

（2）固定

我们可以使用维修平台的凹槽来定位BGA芯片，也可以简单地采用双面胶将芯片粘在桌子上来固定。

（3）上锡

选择稍干的锡浆，用平口刀挑适量锡浆到植锡板上，用力往下刮，边刮边压，使锡浆薄薄地、均匀地填充于植锡板的小孔中，上锡过程中要注意压紧植锡板，不要让植锡板和芯片之间出现空隙，以免影响上锡效果。如图7所示。

（4）吹焊植锡

将植锡板固定到IC上面，把锡浆刮印到IC上面之后，将热风枪风量调大、温度调至350℃左右，摇晃风嘴对着植锡板缓缓均匀加热，使锡浆慢慢熔化。当看见植锡板的个别小孔中已有锡球生成时，说明温度已经到位，这时应当抬高热风枪的风嘴，避免温度继续上升。过高的温度会使锡浆剧烈沸腾，造成植锡失败，严重的还会使IC过热损坏。锡球冷却后，再将植锡板与IC分离。这种方法的优点是一次植锡后，若有缺脚、锡球过大或过小现象，可进行二次处理，特别适合新手使用。

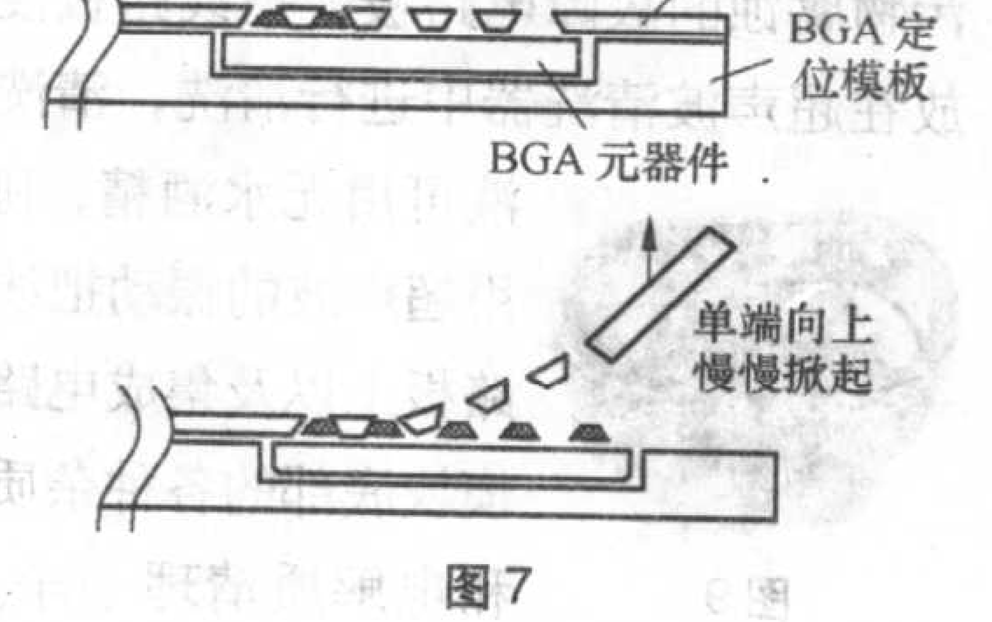


图7

（5）调整

如果我们吹焊完毕后，发现有些锡球大小不均匀，甚至有个别引脚没植上锡，可先用裁纸刀沿着植锡板的表面将过大锡球的露出部分削平，再用刮刀将锡球过小和缺脚的小孔中上满锡浆，然后用热风枪再吹一次。

6. 焊接前BGA芯片的定位

由于BGA芯片的管脚在芯片的下方，我们在往电路板上焊接过程当中不能直接看到，所以我们在焊接的时候要注意BGA芯片的定位。熟练的操作人员常用目测定位法，操作人员不熟练的时候，可采用画线定位法，用画线法时，要注意IC的边沿必须对齐我们所画的线，并且画线用力不要过大，以免造成印制板上铜箔断路。贴纸定位法也是可采用的方法，如图8所示。

7.BGA芯片焊接

BGA芯片定好位后，就可以焊接了。把热风枪调节至合适的风量和温度，让风嘴对准芯片缓慢晃动，均匀加热。当看到IC往下一沉且四周有助

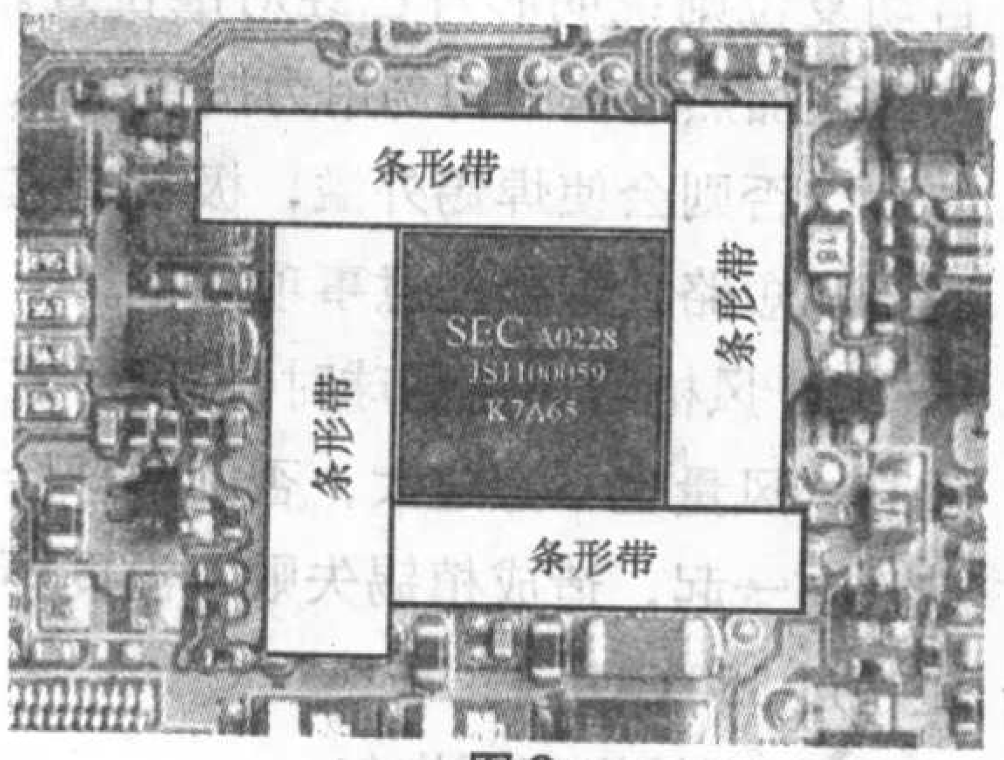


图8

学·做·用

节日音乐闪光盆花

文 / 张晓东

新春佳节到来之际，你可以自己动手制作一个电子音乐闪光盆花，为自己的居室增辉添彩！该音乐闪光盆花不仅能够发出红、绿、黄等各色闪光，而且还会反复奏出悦耳动听的喜庆乐曲，给人以美的享受！

一、工作原理

音乐闪光盆花的电路如图1所示。音乐集成电路A和压电陶瓷片B组成了音乐演奏电路。由于A的触发端TG直接与 V_{DD} 相接，所以只要一接通电源，B就会反复演奏出A内部所存储的乐曲。晶体三极管VT1～VT3以及外围电阻器R1、R3、R5和电容器C1～C3等组成了三管自激多谐振荡器。其中发光二极管VD1～VD5、VD6～VD10、VD11～VD15通过对应的限流电阻器R2、R4和R6接入VT1～VT3的集电极回路，分别作为VT1～VT3的负载，使它们随着电路的振荡发出红色、绿色、黄色等三路循环闪光。

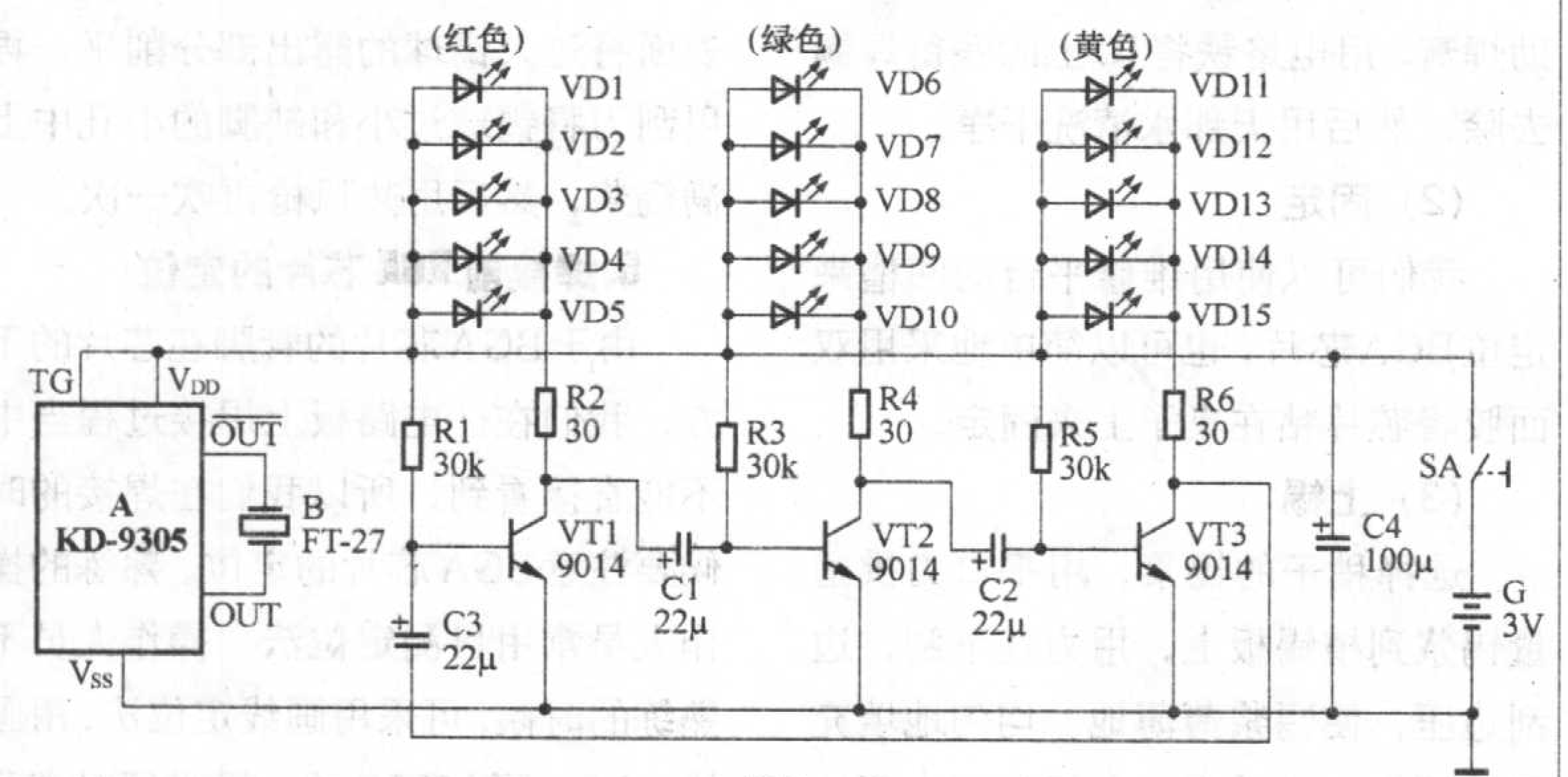


图1

三管自激多谐振荡器的工作过程是：闭合电源开关SA，VT1～VT3三只三极管争先导通。由于VT1～VT3三只管子的参数不可能完全一致，所以其结果是必然有一只管子截止，另两只饱和导通。例如假定VT3首先饱和导通，则它的集电极接近零电位。由于电容器C3两端的电压不能突变，所以三极管VT1的基极也被拉到接近零电位，迫使三极管VT1截止，它的集电极电压接近电源电压，通过电容器C1的耦合使三极管VT2的基极为高电位，三极管VT2饱和导通。上述过程很快就会完成，此时三极管VT1处于截止状态，VT2和VT3处于饱和导通状态，与之相对应的发光二极管VD1～VD5不亮、而VD6～VD10和VD11～VD15均通电发光。

随着时间的延续，循环下去。在每一时刻，电路中总有一只三极管处在截止状态，而另两只三极管是处在饱和导通状态，与截止状态三极管相对应的一路共五只发光二极管会熄灭，而另外两路共十只发光二极管则点亮。如果巧妙安排发光二极管在花朵及花丛中的位

焊剂溢出时，说明锡球已和线路板上的焊点熔合在一起，这时可以继续吹焊片刻，使加热均匀充分。由于表面张力的作用，BGA芯片与线路板的焊点之间会自动对准定位。判断是否自动对准定位的具体操作方法是：用镊子轻轻推动BGA芯片，如果芯片可以自动复位则说明芯片已经对准位置。注意在加热过程中切勿用力按住BGA芯片，否则会使焊锡外溢，极易造成脱脚和短路。焊接注意事项如下。

(1) 风枪吹焊植锡球时，温度不宜过高，风量也不宜过大，否则锡球会被吹在一起，造成植锡失败，温度不应超过350℃。

(2) 刮抹锡膏要均匀。

(3) 每次植锡完毕后，要用清洗液将植锡板清理干净，以便下次使用。

(4) 锡膏不用时要密封，以免干燥后无法使用。

(5) 需备防静电吸锡笔或吸锡线，在拆卸集成块，特别是BGA封装的IC时，将残留在上面的锡吸干净。

8.超声波清洗器

超声波清洗器用来清洗进液或被污物腐蚀的故障电路板。把线路板浸放在超声波清洗器中进行清洗，清洗液可用无水酒精，利用超声波的振动把线路板上以及集成电路模块底部的各种杂质和电解质清理干净。如图9所示。使用注意事项如下。

图9

(1) 清洗液选择。一般容器内放入酒精，其他清洗液如天那水易腐蚀清洗器。

(2) 清洗故障电路板时，应先将容易被清洗液损坏的元器件摘下。

(3) 清洗液放入要适量。

(4) 适当选择清洗时间。

9.带灯放大镜

带灯放大镜一方面为数码电子产品电路板的维修起照明作用，另一方面可在放大镜下观察电路板上的片状元器件是否有虚焊、鼓包、变色和被腐蚀等，如图10所示。

图10

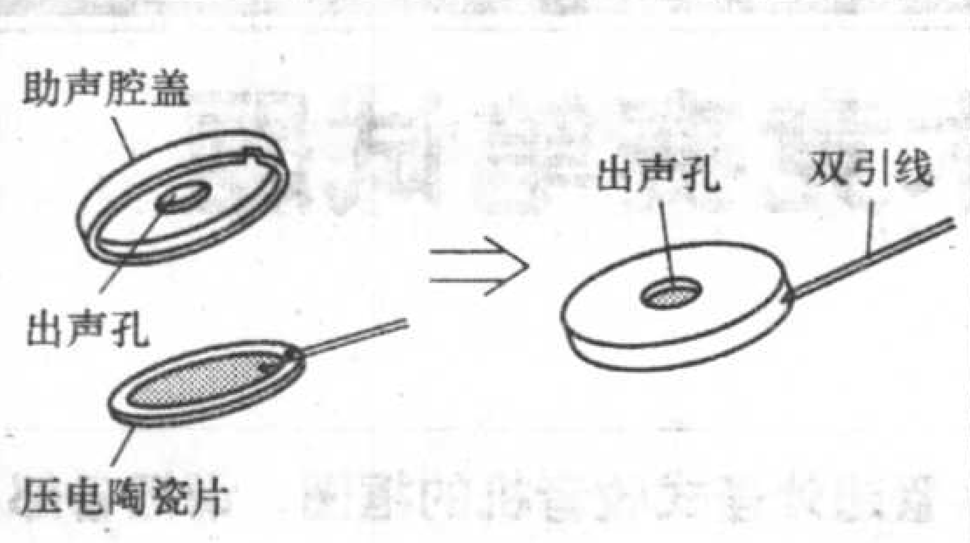


图 2

置，就能产生良好的视觉效果。

电路中，自激多谐振荡器的振荡周期决定了VD1～VD5、VD6～VD10和VD11～VD15三路发光二极管循环交替闪光的速度，它由电阻器R1、R3、R5和电容器C1～C3的数值大小来确定。R2、R4和R6分别为对应各路发光二极管的限流电阻器，其阻值大小决定对应五只发光二极管的发光亮度。C4为退耦电容器，它能够有效地消除因电池内电阻增大而产生的压电陶瓷片B发声畸变等现象，相对延长电池的使用寿命。

二、元器件选择

A选用内储《庆贺曲》的KD-9305型音乐集成电路，也可根据需要采用同一系列产品中内储其他乐曲的音乐集成电路。该音乐集成电路采用软包封装形式制作在尺寸约为23mm × 14mm的小印制电路板上（见图3左边所示），并给有外围元器件焊接脚孔，使用很方便。其主要参数为：工作电压范围1.3～5V，典型值为3V；触发电流≤40μA，静态总电流<0.5μA；工作温度范围−10℃～60℃。

B采用FT-27或HTD27A-1型（φ27mm）压电陶瓷片，要求购买时配上专门的简易助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖），以增大发音量。这种带助声腔盖的压电陶瓷片结构和外形如图2所示。组装时，先分别从压电陶瓷片的金属基板和镀银层上焊出两条引线。注意焊接时间不宜过长，以免烫裂压电陶瓷层。焊好引线后，将压电陶瓷片卡到助声腔盖上，注意镀银层朝里，其引线从助声腔盖旁的缺口中伸出。这样，压电陶瓷片与助声腔盖之间就形成了一个助声腔，使发出来的声音变得响亮。

VT1～VT3均选用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率晶体三极管，要求电流放大系数$\beta > 50$，并保证各管参数基本上一致。

VD1～VD15均用φ5mm普通发光二极管，如有条件用高亮度发光二极管，则效果更佳。发光二极管的颜色一般取红、绿、黄三色即可，但注意相互并联的发光二极管必须用同一色管子，并要求选择相同型号、参数尽量保持一致的同一批产品，否则会因参数的差异而发生个别管子发光特别亮、有的管子却发光很暗的不良现象。

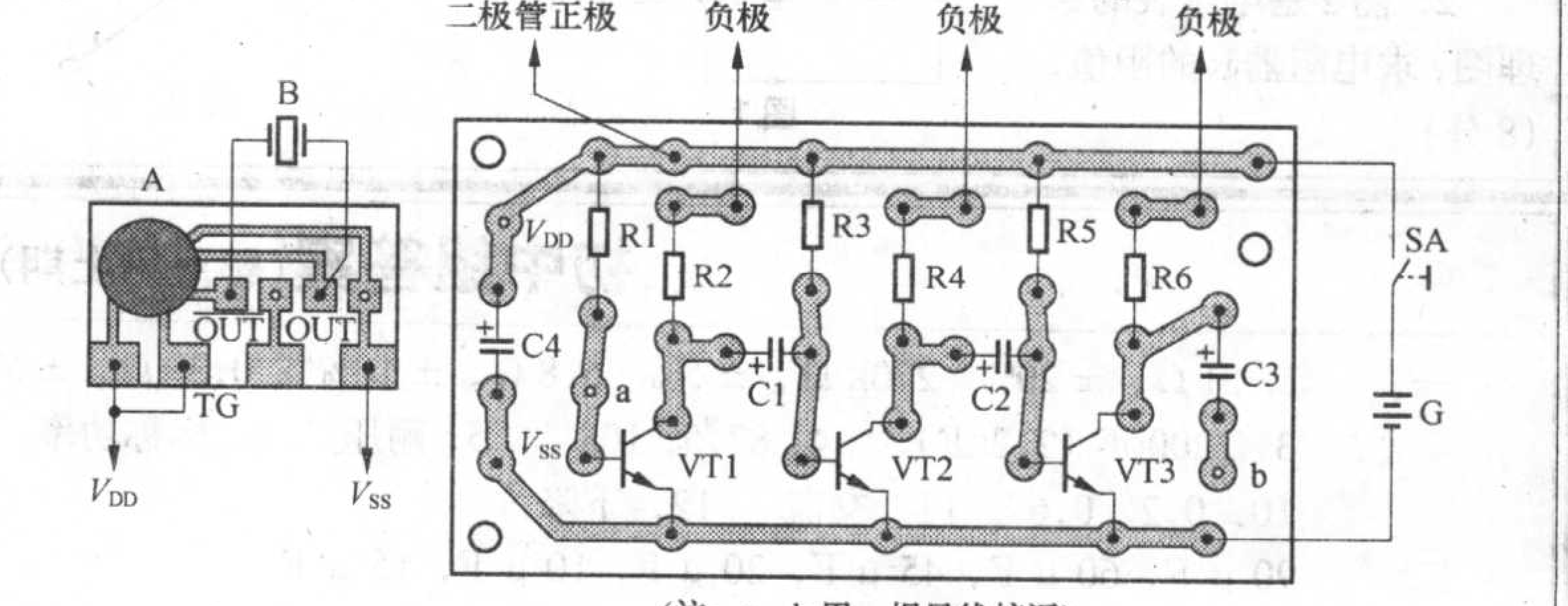
R1～R6均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1～C4均用CD11-10V型电解电容器。SA用小型单刀单掷开关，亦可用磷铜皮自行弯制。G用两节5号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压3V。

三、制作与使用

图3是该音乐闪光盆花的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为55mm × 25mm。音乐集成电路A通过两根引线头V_{DD}和V_{SS}，焊接到电路板上对应的脚孔内。焊接时注意，电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A内部CMOS电路！

音乐闪光盆花以市售塑料仿真小盆花或带塑料花盆的绢花为主体进行装配，要求花朵不要太大，花朵与花叶的透光性能良好。首先，将焊接好的电路板连同电池G等置于塑料花盆中，电源开关SA则安装在花盆表面，并在花盆的适当位置处为压电陶瓷片B开出释音孔；然后，将所有发光二极管VD1～VD15用与花杆颜色相同的细塑料外皮电线引接到各花朵中间（多余的引入花叶间）即成。为了安装方便，可将所有发光二极管的引脚剪短至5mm～10mm左右，但焊接引线时注意一定要用镊子夹住引脚根部帮助散热，以防止电烙铁烫坏发光二极管。发光二极管在花丛中分布应交叉错落，但整体排列应比较均匀。

制成的音乐闪光盆花，只要元器件质量保证，焊接无误，一般不需要调试便可投入使用。如嫌三路发光二极管轮流交替闪光的速度太快（或太慢），可通过同时适当增大（或减小）电阻器R1、R3、R5或电容器C1～C3的数值来加以调整；如嫌VD1～VD5或VD6～VD10、VD11～VD15的发光亮度太暗（或太亮），可通过适当减小（或增大）对应限流电阻器R2或R4、R6的阻值来加以调整。如欲同时增大压电陶瓷片B的发音量和VD1～VD15的发光亮度，可将电源电压提高到4.5V，即用三节5号干电池串联供电。



（注：a、b用一根导线接通）

图 3

2005年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题

(高中组)

一、填空(每空2分，共42分)

1. 色环电阻器的识别，要求用最少的数字表示。

色环是蓝、灰、黑、棕、棕，表示电阻值是__________，误差是________；

色环是红、紫、黄、金，表示电阻值是______，误差是______；

色环是棕、绿、银、银，表示电阻值是______，误差是______；

色环是橙、白、金、金，表示电阻值是______，误差是______。

2. 电容器上的标示为“104M” 这只电容器的容量是_______，误差是______。

3. 电容器上的标示为“3n3”，这只电容器的容量是________。

4. 超外差式收音机603kHz的像频干扰频率是________kHz。

5. 六管超外差式收音机统调时，在低频端要调整____________，在高频端要调整________________。

6. 为了准确地测量电路中的电流，应使用______内阻的电流表。

7. 射极输出器的输入阻抗______，输出阻抗______，对______信号有放大器作用。

8. 把一只空心线圈拉松，它的电感量会______，把铁棒插入线圈，电感量会______。

9. 外差收音机的选择性主要由________________电路来保证。

二、3只30μF的电容器通过串、并联后可以组成哪些新的电容值？要求画出连接方法，注明新电容值。(6分)

三、计算题(16分)

1. 已知图1中R3两端的电压为2V，求R2的阻值。(8分)

2. 图2是电压表的原理图，求电阻器R的阻值。(8分)

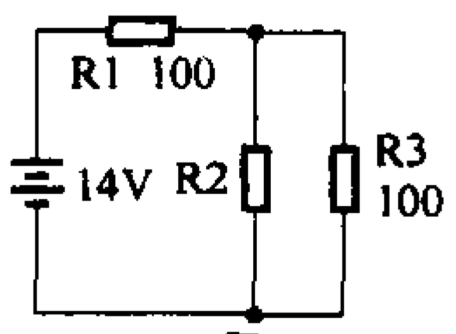


图1

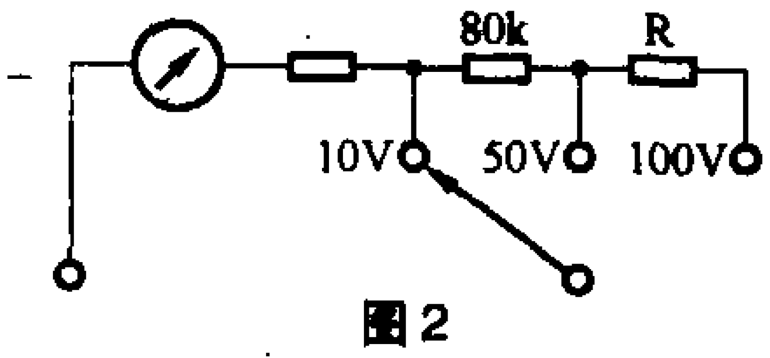


图2

四、图3是标准六管超外差式收音机的框图，请把各部分的名称写在框中。(14分)

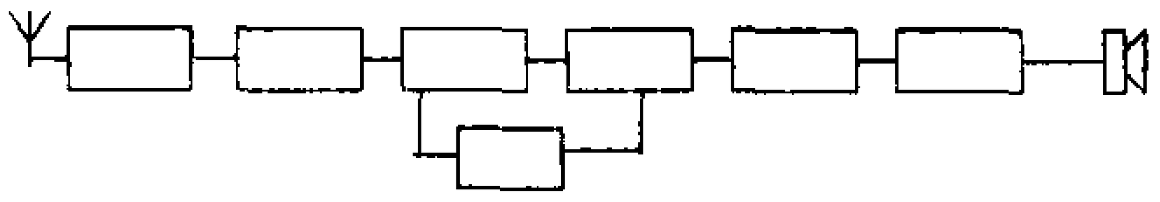


图3

五、万用表指针如图4所示，请写出它所表示的数值及单位。(共12分)

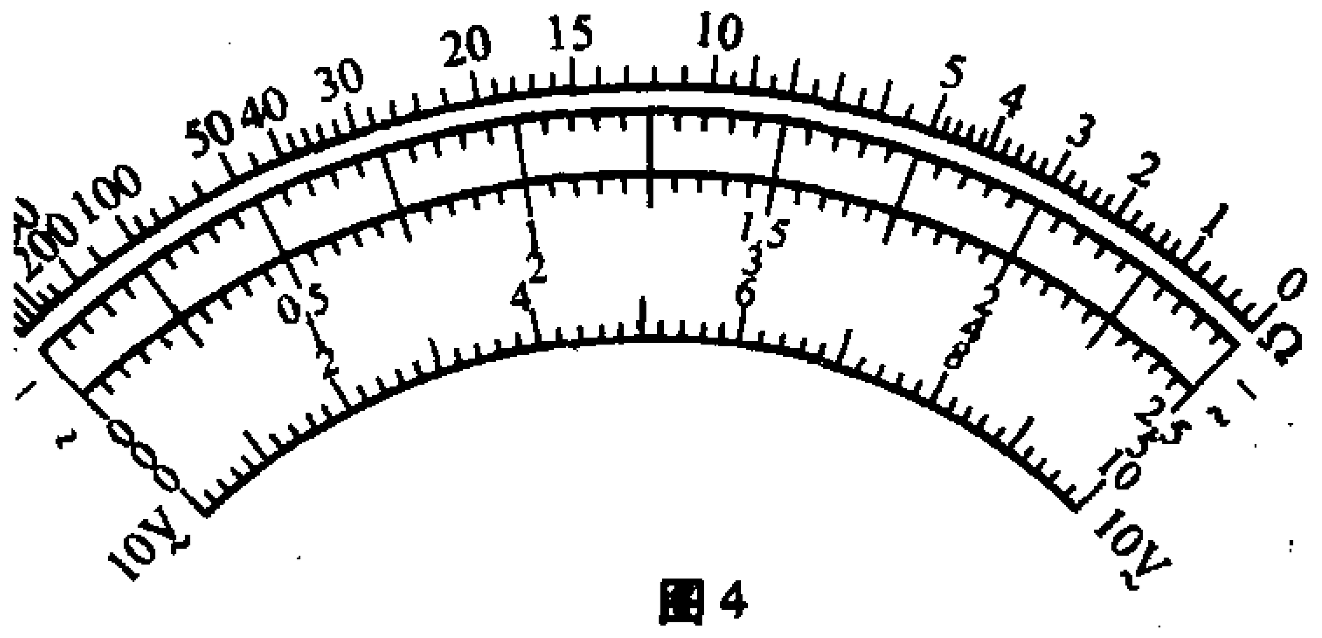


图4

1. 开关置于电阻×10K挡，所测的电阻是________。

2. 开关置于直流电流250mA挡，所测的直流电流是________。

3. 开关置于直流电压50V挡，所测的直流电压是________。

4. 开关置于交流电压10V挡，所测的交流电压是________。

六、图5中的集成电路为74LS00。(10分)

1. 接通电源后，SB1和SB2都没有按下时两只发光二极管如何发光？

2. 当SB1按下时两只发光二极管如何发光？

3. 当SB2按下时两只发光二极管如何发光？

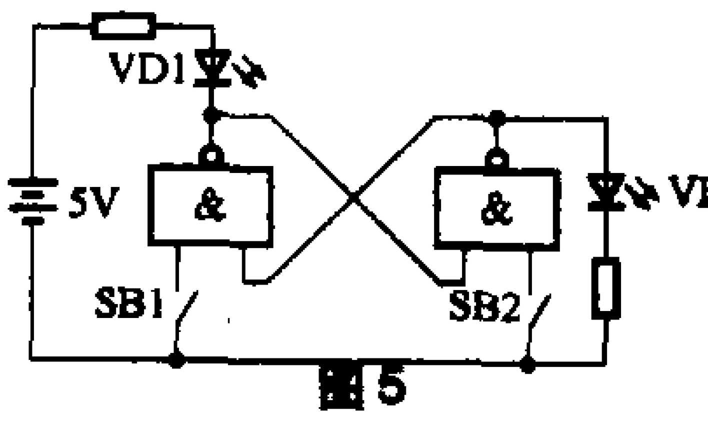


图5

(答案见下期)

初中组答案(题目见上期)

一、 1. 51Ω，±20% 270kΩ，±5% 6.8Ω，±10% 0.39Ω，±5% 2. 0.01μF，±10%，0.1μF，±30%
3. 2200pF (2.2nF) 4. 87.5，108 5. 耐压 6. 标称功率 7. 1.5 8. 220，50 9. 并，串
10. 0.2，0.6 11. 交流 12. 下降

二、 90μF，60μF，45μF，20μF，10μF，15μF

三、 1. 3V 2. 0.05A

四、 1. 桥式整流，VD2、VD3 2. VD5、VD6 3. 向下 4. 21V

——电子控制技术入门(14)——

教具、学具和活动建议

文 / 孙心若

电子控制技术入门以实验为重点，通过动手实验让参与者去学习、应用和探索新知识，在动手做中体验怎样创新实践，培训创业素质。开设电子控制技术入门课程涉及到教具和学具。教具主要是教师演示用的面包板示教板，学具包括学员用的数字集成电路实验板和配套的实验器材。此外，还涉及到活动方案建议。

一、自制面包板示教板

面包板示教板是一种插接式的演示实验教具，在构造上是一块放大了的SYB－46型面包板，它利用配套的插件连接成所需的电路，用以示范电路的连接，演示实验中所发生的现象，排除电路故障等，是一种非常直观的电路演示教具。

1.面包板示教板面

图1为面包板示教板尺寸，它高755mm，长1060mm，厚33mm，用33mm × 33mm V字形铝合金条做成示教板边框，框内镶嵌厚度为3～5mm的有机玻璃作为板面，用三合板或纤维板把板后面封住。在有机玻璃板面上，安装有270个香蕉插头座，排列方式模拟学生实验用的SYB—46型面包板，为4行23列。相邻插座距离为35mm，行列排列如图1所示。有机玻璃板上各插座孔用直径6mm的钻头打孔，间距要精确，插孔座采用内径为4mm的香蕉插头座，固定在各钻孔上。板的里面每个香蕉插座套上焊片，并用螺丝母固定好，再按照SYB—46型面包板弹簧片连通的情况，用导线将对应的插座焊接在一起。示教板行列排列、标识与学员实验用的小型SYB—46型面包板一致，演示更加形象直观。

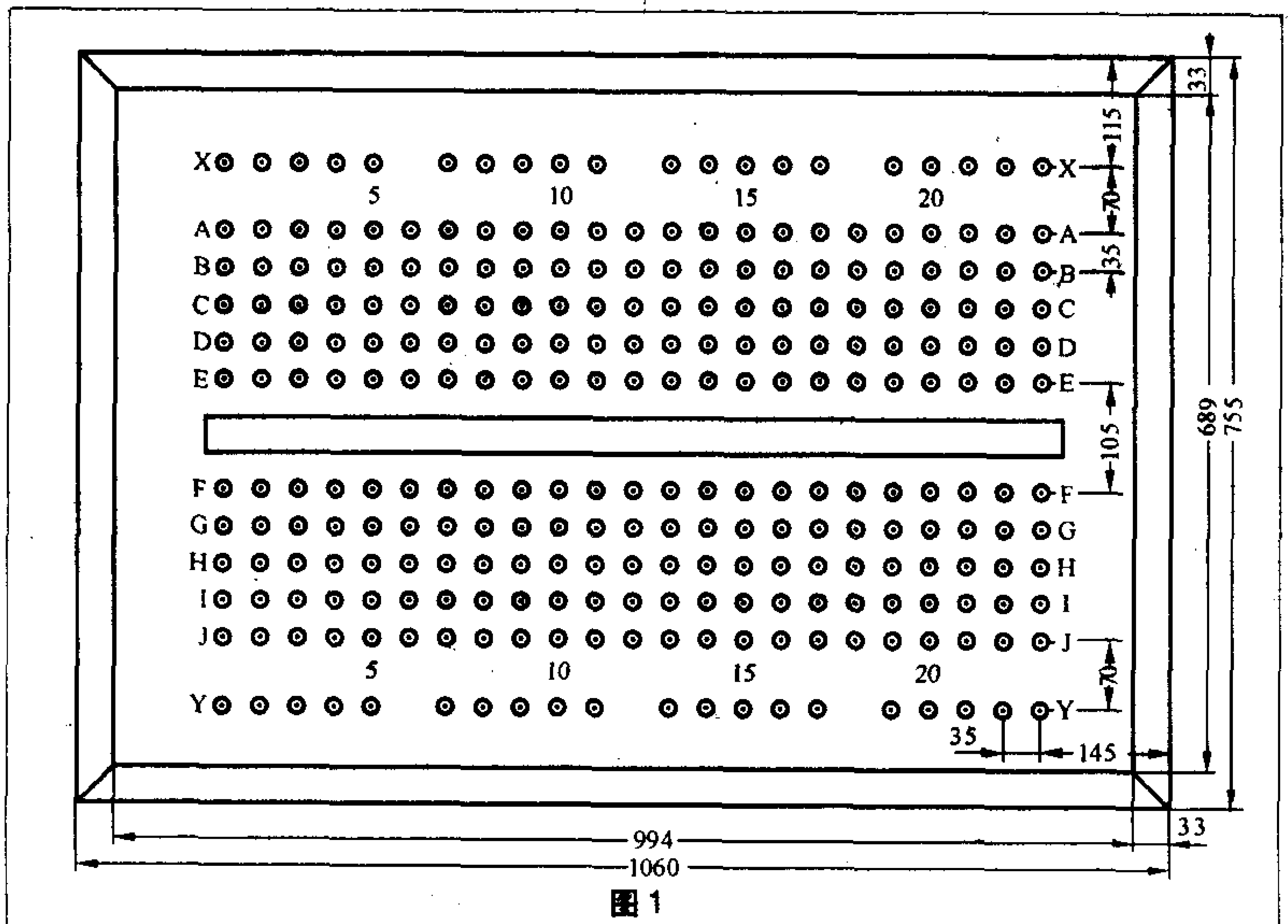


图1

2.连接导线

图2为面包板示教板连接导线尺寸。连接导线是示教板搭接电路时专用的连接导线。它采用聚氯乙烯软电线，两端焊接有香蕉插头，可以插入示教板上的香蕉插头座中。通常短导线用量较多（10～20条），长导线用量较少（5～10条）。

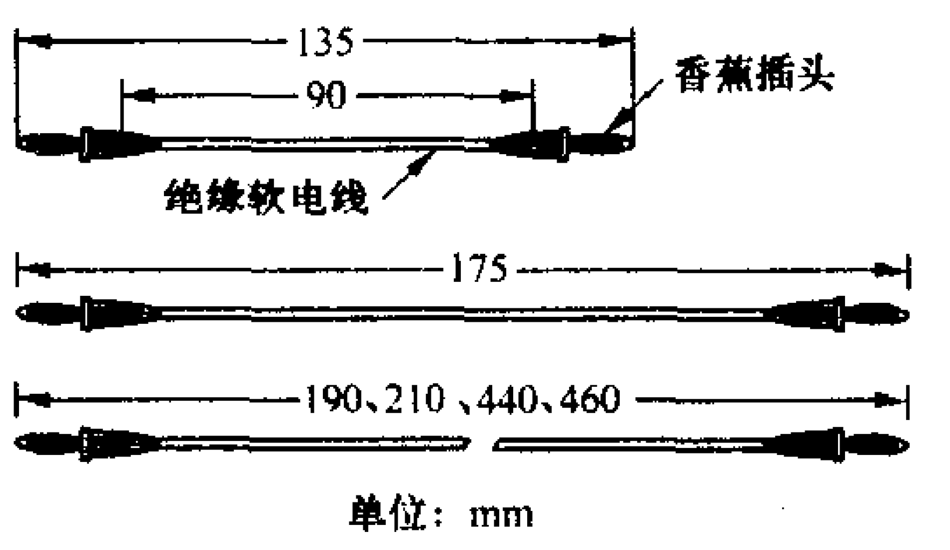


图2

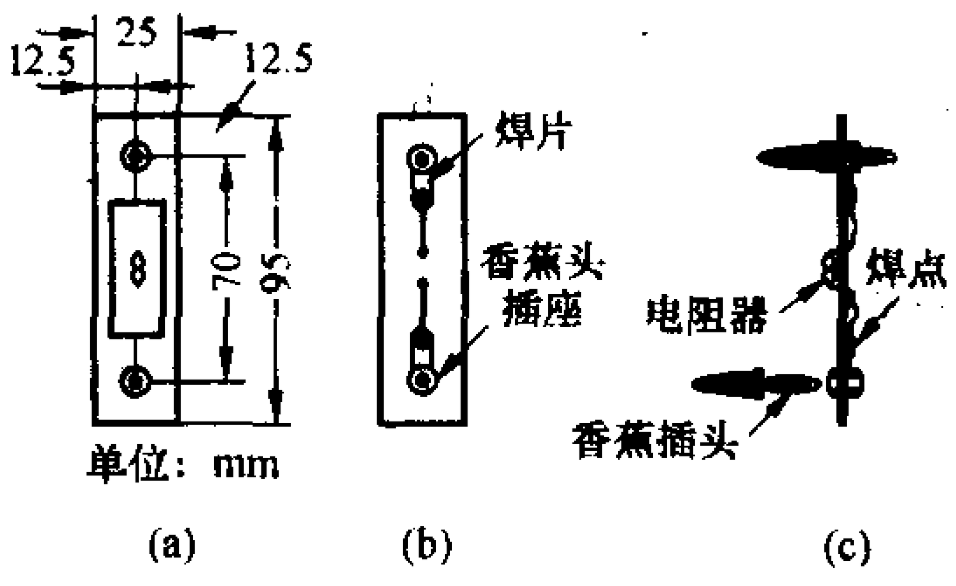


图3

3.插件基本结构

图3为面包板示教板插件基本结构。图3（a）为电阻器插件正面图，板基用尺寸为95mm × 25mm、厚度为1.5mm～2.0mm瓷白有机玻璃板制成，电阻器符号用油性黑色记号笔绘制，线条宽度2mm～3mm，修改时用棉球蘸浓度为95%的酒精擦除。电阻器符号引线端（香蕉插头座之间）距离为70mm，用直径6mm钻头打孔，电阻器符号中心的电阻器实体两端距离为10mm，用0.8mm～1.0mm钻头打孔。图3（b）为电阻器插件背面图，插座的空心螺纹铜管套上焊片，用螺丝母固定好，将电阻器引线焊接在焊片上。图3（c）为电阻器插件侧面图，用香蕉插头穿过插件板上插孔固定在示教板上。

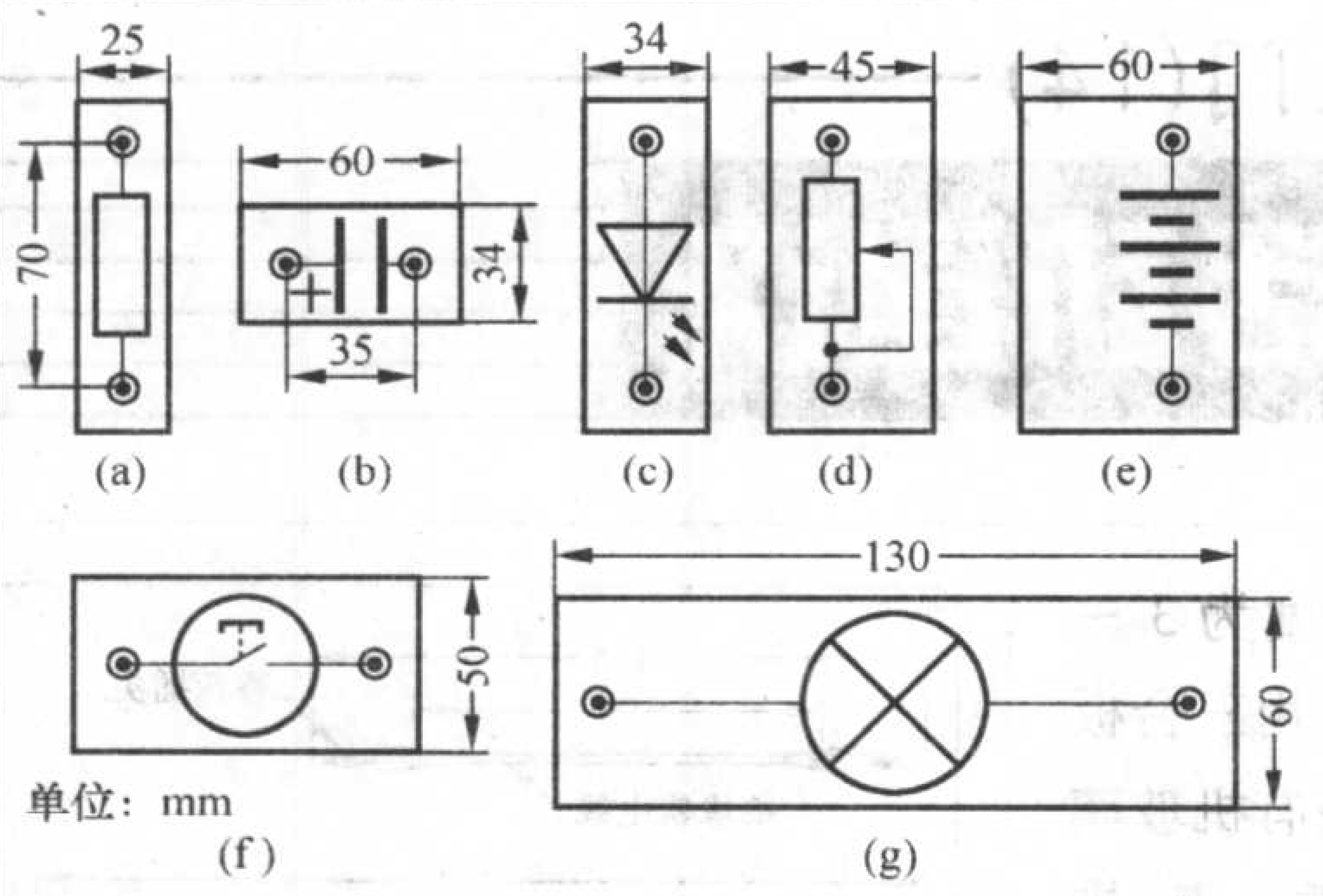


图4

图4为几种典型的两孔插件板尺寸。图4(a)为电阻器插件板，图4(b)为插座35mm之间元器件插件板，如电容器、电阻器、发光二极管等用。图4(c)为发光二极管、各种二极管、电容器、干簧管、湿敏传感器、小电珠、单刀开关等用。图4(d)为电位器、力敏电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器、压电陶瓷片、声敏传感器等用。图4(e)为电池组、双金属复片传感器、直流电动机、蜂鸣器等用。图4(f)为按钮开关等用。图4(g)为照明灯用。

图5为几种多孔插件板尺寸。图5(a)为3孔插件板，适用于晶体三极管9013、9014、8050以及9012和双基极单结管、场效应管。图5(b)为3孔插件板，适用于单向晶闸管、双向晶闸管、三端霍尔器件。图5(c)为四端器件板，适用于直流固体继电器、交流固体继电器。图5(d)为气体传感器插件板，图5(e)为电磁继电器插件板，也可用于全波桥式整流电路插件等。

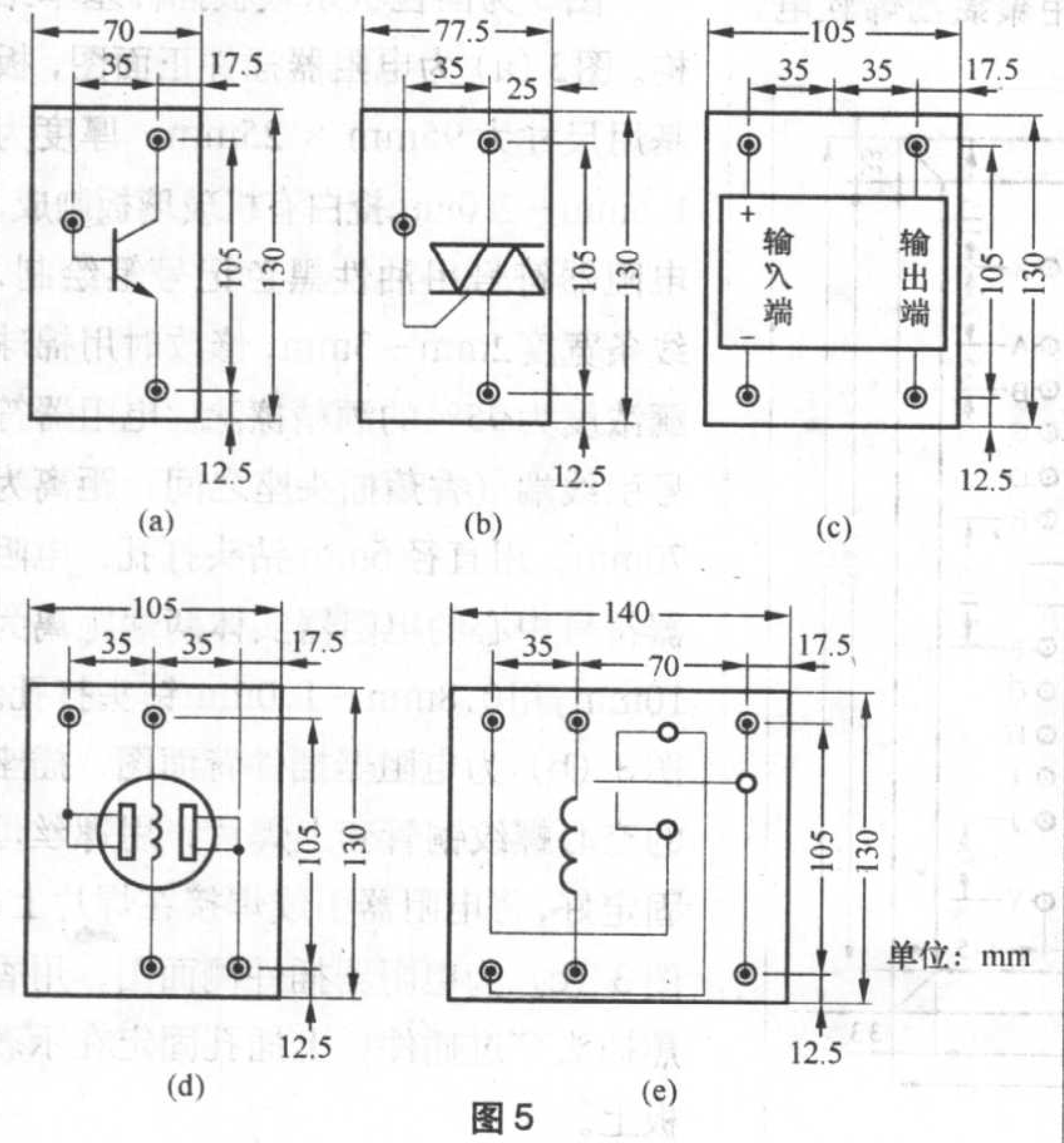


图5

图6为数字集成电路、组件插件板尺寸。其中图6(a)为双列直插式14脚集成电路插件板，如TTL中的74LS00、74LS74等，CMOS中的4011、4013等。如果把图6(a)插件板的长度再增加35mm(总长度为280mm)，则成为16脚集成电路插件板，适用于CD4518、CD4511等。插件板中央按照数字集成电路插座标准间距，用直径0.8~1.0mm钻头打孔，再把集成电路插座插在插件板上，在板后面进行焊接。图6(b)为12孔组件插件板，主要用于在SYB—46面包板上所搭接的电路与示教板的连接，减少示教板上元器件数量，突出演示主体，减少引线过长或输入阻抗过高引起的干扰。在板面中央固定有两个槽沟互相咬合在一起的SYB—46面包板，固定孔用直径4mm钻头打孔，用香蕉插头把面包板固定在组件插件板上。图6(c)为面包板与示教板之间专用的连接导线，电线采用聚氯乙烯软导线，长度100mm~150mm，数量12条，插针端与面包板上电路相连，香蕉插头把组件固定在示教板上，并完成组件板上电路与示教板上电路相连。

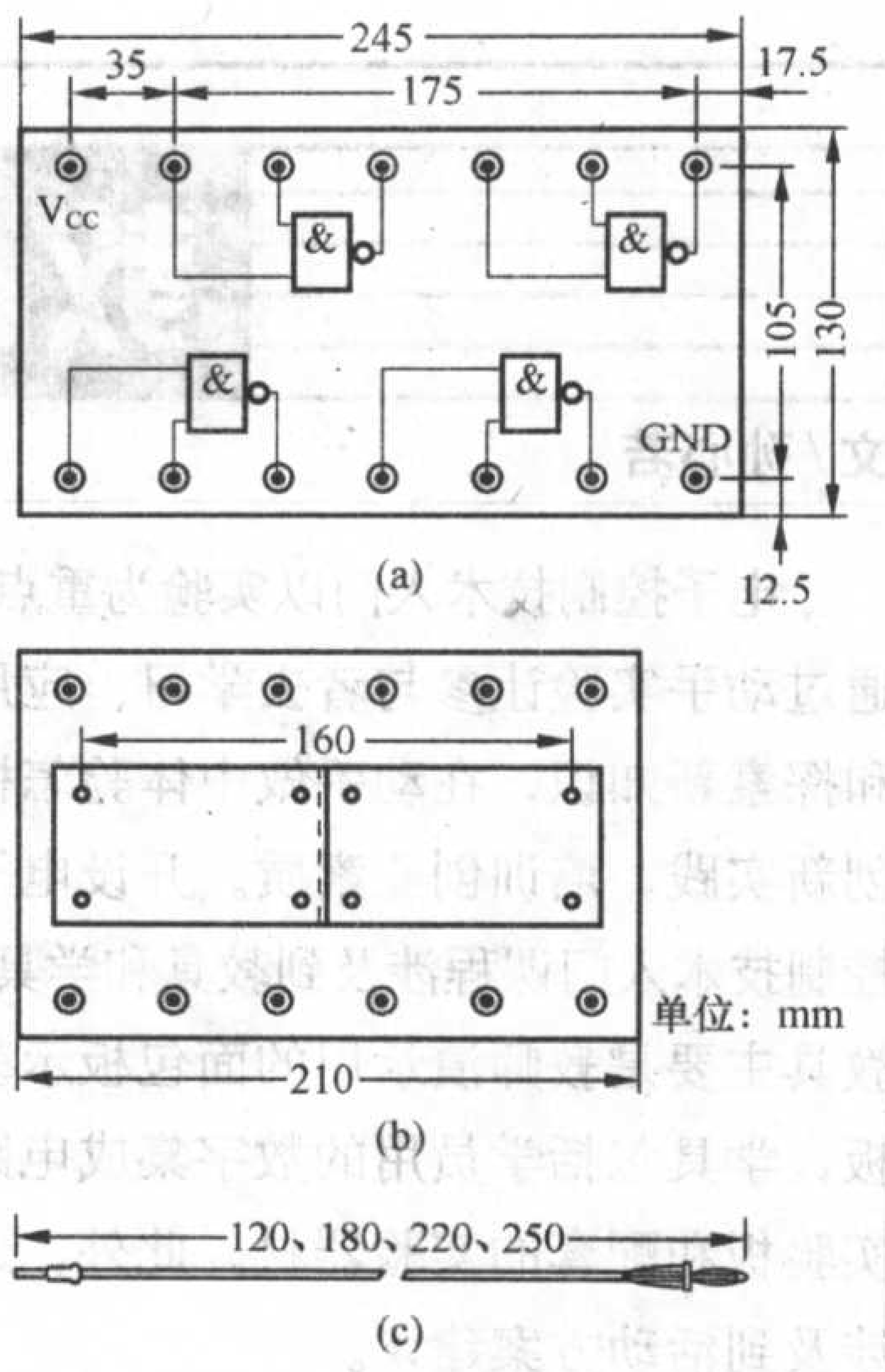


图6

二、自制数字集成电路实验板

数字集成电路实验板是一种学员用来进行数字集成电路基本实验的学具。它借鉴面包板插接电路的特点，并带有基本数字部件，简化实验步骤，突出实验主体，提高插接电路的可靠性、速效性。

1.数字集成电路实验板电路

图7为数字集成电路实验板电路，它由操作平台和工具包两大部分组成。图中虚线框内为数字集成电路实验板主体，是学员进行实验的操作平台。它模拟面包板的构造，为4行13列，在第二、第三行中焊接有16脚插座，插入所需的数字集成电路，操作方法同面包板实验。工具包提供实验所需的、已经焊接好的基本数字部件，包括4位逻辑电平显示器、4位逻辑电平控制器、BCD同步加计数器、BCD—七段译码器和一位数码管显示器。此外还包括电源部分。

2.印制电路板

图8为数字集成电路实验板印制电路板，将元件面和焊接面绘制在同一板面上，元器件连接关系一目了然，元件面为俯视图。印制电路板尺寸为

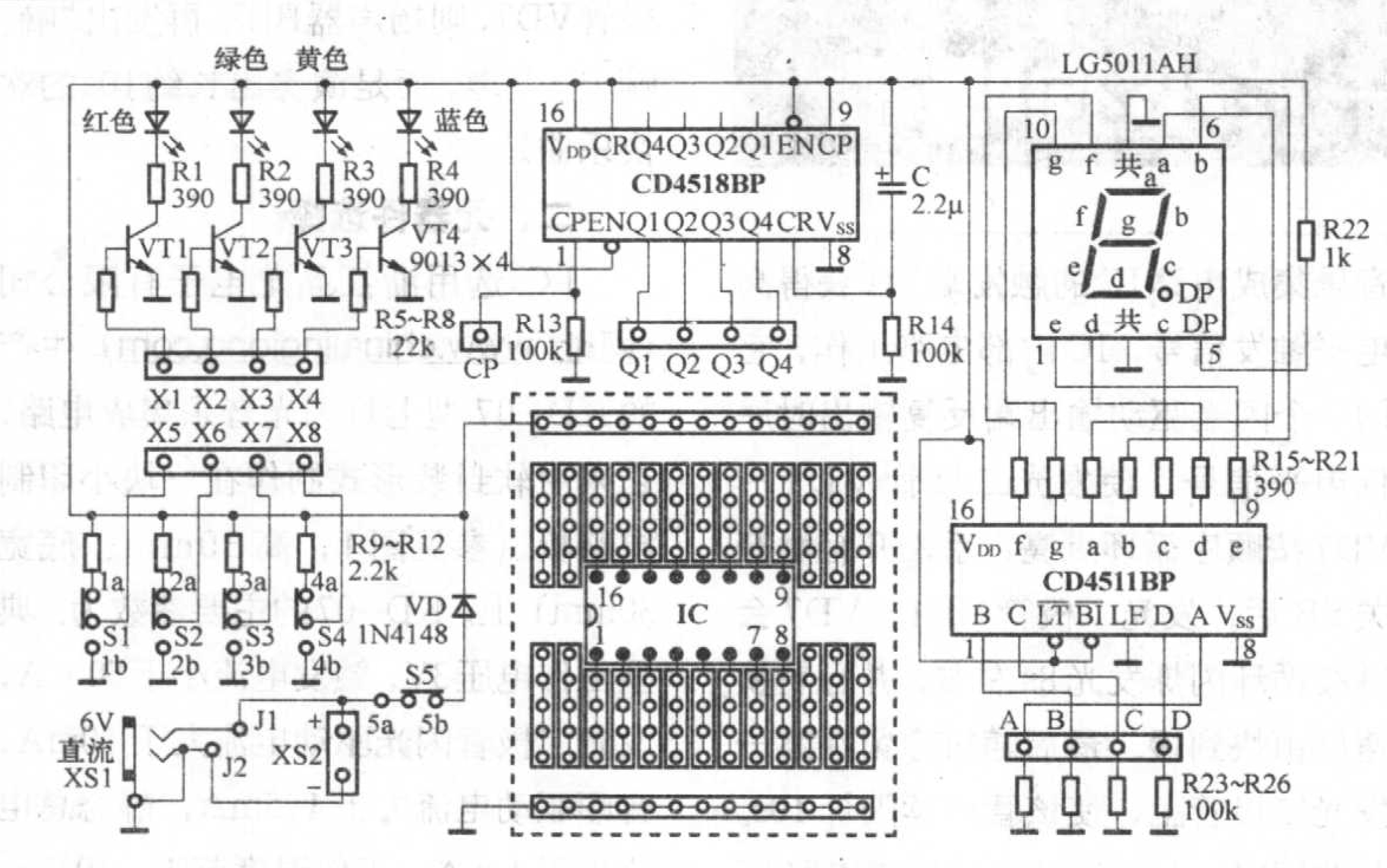


图 7

109.2mm × 76.2mm，可以在30行44列通用矩阵实验电路板（焊盘孔间距为2.54mm）完成电路的焊接。图中实心圆点为焊接元器件的焊盘，在条形框中空心圆圈为连接导线插孔。插孔座采用上面为插孔、下面为插针的单列插件排，插孔（插针）间距为2.54mm。

3.实验板使用方法

接通电源开关S5，数码管小数点段点亮，说明电源已接通。用4条带插针的软导线，将逻辑电平控制器输出端X5～X8与逻辑电平显示器输入插口X1～X4对位相连，再将逻辑电平控制单刀双掷开关S1～S4先后掷向1a～4a，红色、绿色、黄色和蓝色电平显示发光二极管先后点亮，说明逻辑电平控制器和显示器工作正常。

在实验操作平台上作测试与非门逻辑功能实验时，集成电路插座靠右的8脚和9脚空闲不用，改作14脚插座使用，插入四2 输入端与非门74LS00，接好Vcc和GND连线，连线方法同常规的面包板实验。与非门输入端1、2脚分别与逻辑电平控制器输出端X5、X6相连，X5、X6又与逻辑电平显示器输入插口X1、X2相连，用来控制和显示输入端逻辑电平高低情况，与非门输出端3脚与逻辑电平显示器X3相连，以显示输出端电平。然后，向上拨动S1、S2，X5、X6输出高电平逻辑信号，电平显示器红色、绿色发光二极管点亮，与非门的两个输入端都为高电平，输出端为低电平，电平显示器黄色发光二极管熄灭，反映出与非逻辑关系。在实验操作中只需插接几条导线和拨动逻辑电平控制开关，就可以完成与非门逻辑关系测试，体验到数字集成电路实验板操作简单、实验快捷的特点。

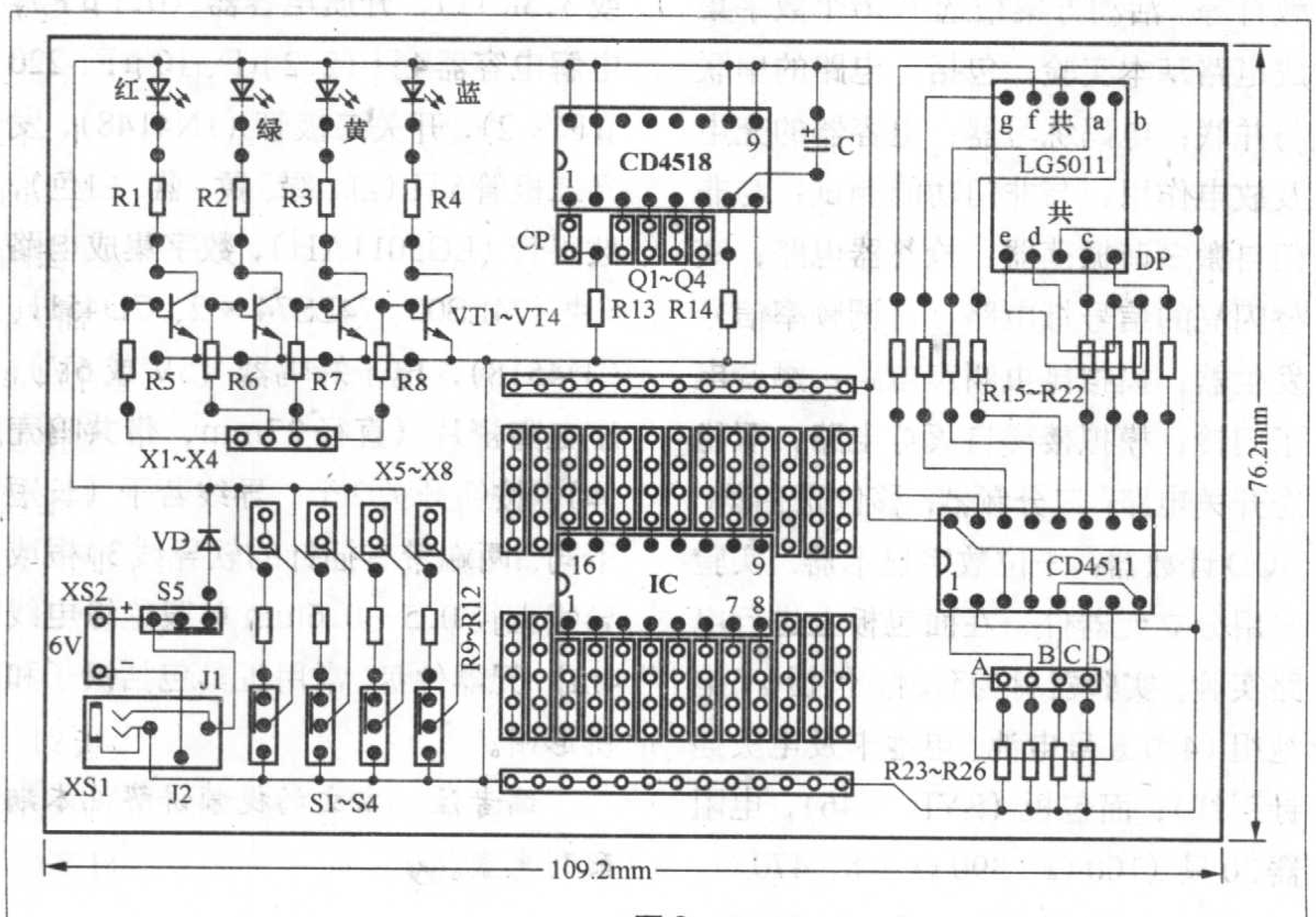


图 8

在实验与非门自激多谐振荡器时，与非门1、3脚之间插接1kΩ电阻器，连通3、4脚，在1、6脚之间插接220μF电容器，其正极接6脚，完成与非门自激多谐振荡器电路的连接。与非门1、3脚分别与电平显示器X1、X2相连，输出端6脚与X3相连，接通电源，同时观看到自激多谐振荡器各测试点电平的变化。

将BCD同步加计数器4518输出端Q1～Q4分别与逻辑电平显示器输入插口X1～X4相连，接通电源，4个显示发光二极管熄灭，说明计数器4518处于复位状态。再将操作平台上已经连接好的与非门自激多谐振荡器输出端6脚与4518时钟信号输入端CP插孔相连，用振荡器脉冲信号触发4518自动进行加计数，4位逻辑电平显示器显示出二进制码，完成BCD同步加计数器功能实验。最后，再将同步加计数器4518输出端插口Q1～Q4与译码器4511数据输入端插口A～D对位相连，完成一位数码管显示器电路的连接，观看到0～9的变换。

数字集成电路实验板需要配备实验所用的元器件插件，其数量和规格可以参照下述的数字集成电路基本实

学·做·用

趣味游戏器——“小狗唱歌”

文/张晓东

今年是中国传统的农历狗年。自己动手制作一个“小狗唱歌”电子游戏器，玩起来会别有一番乐趣！

一、工作原理

“小狗唱歌”游戏器的电路如图1所示，它的核心部件是KD–07型七灯闪光音乐集成电路。VD1～VD9均为普通圆形发光二极管，除VD7用绿色外，其余全部选用红色。

当按下轻触开关SB时，七灯闪光音乐集成电路IC的触发端TG获得高电平触发信号，IC内部电路工作，它的7个闪光驱动输出端反复输出时序低电平信号，使发光二极管VD1～VD7按顺序循环点亮；手松开轻触开关SB后，发光二极管VD1～VD7会继续循环闪烁发光8s左右，并且轮换速度由快到慢，最后随机停留在某一发光二极管上，使该管连续闪烁10s。与此同时，七灯闪光音乐集成电路IC的音频输出端OUT输出相应的“嘀、嘀……”声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，驱动扬声器BL发声，发光二极管VD8和VD9同步闪光。如果最后停留闪烁的恰好是绿色发光二极管VD7，则扬声器BL不再发出“嘀、嘀……”声，而是演奏出长约10s的欢快乐曲。

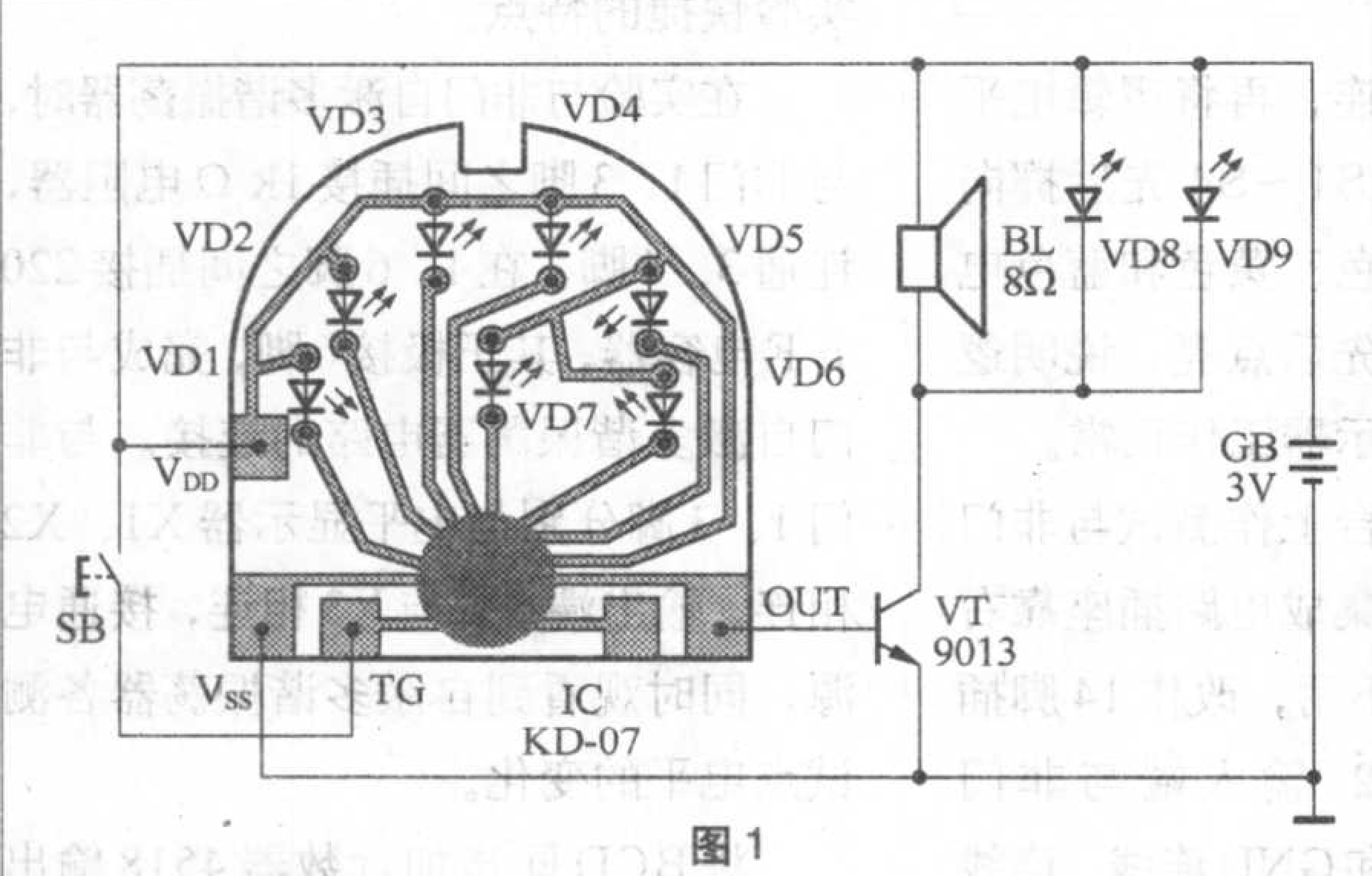


图1

二、元器件选择

IC选用浙江晶龙电子有限公司（网址：www.chinajinglong.com）生产的KD–07型七灯闪光音乐集成电路，它采用软封装形式制作在一块小印制电路板（参见图1，高30mm、底宽30mm）上。KD–07的主要参数为：典型工作电压3V，触发电流小于50μA，发光二极管闪光驱动电流大于10mA，音频驱动电流大于1.5mA，静态总电流小于1μA，工作温度范围–10℃～60℃。

晶体管VT用9013（集电极最大允许电流I_{CM}=0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}=625mW）或3DG12、3DK4、3DX201型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta>100$。VD1～VD6均用φ5mm普通红色发光二极管，VD7用φ5mm普通绿色发光二极管，VD8、VD9宜用φ3mm普通红色发光二极管。

SB用14mm×14mm微型轻触开

验元器件明细表。实验板采用面包板连接电路的模式与基本数字部件相结合的方法进行数字集成电路基本实验，既能保证搭接电路的直观性、灵活性，又能保证搭接电路的可靠性、便捷性；实验电路不需要焊接，无污染，可以不用交流电源，操作安全，采用一体化电路实验板，管理方便，特别适用于数字集成电路课堂教学。

三、数字集成电路基本实验活动方案

根据数字集成电路课程内容，建议制订数字集成电路基本实验的活动方案，活动主体为高中阶段的青少年，学习周期4～5个月，每周2学时。活动方案可以作为学校高中普及通用技术的选修课、劳动技术教育课或活动课，课外、校外兴趣小组，家庭科技教育等。活动方案精选了16个数字集成电路基本实验，包括：电路的串联与并联；电码练习器；电容器的充电及放电作用；与非门功能测试；与非门自激多谐振荡器；抢答器电路；交替闪亮的信号灯电路；可调频率信号发生器；模拟昆虫叫声电路；颤音电子门铃；模拟楼梯自灭灯电路；双稳态开关电路；二分频器；移位寄存器；BCD计数器；一位数字显示器。实验采用分立元器件，在面包板上进行电路实验。实验器材为套材，包括6V电池组（4节五号电池、电池卡及电极插针引线），面包板（SYB–46），电阻器20只（100Ω、390Ω×8、470Ω、1kΩ×4、2.2kΩ×3、3.3kΩ、4.7kΩ、22kΩ），电位器（1.5kΩ或3.3kΩ），介质电容器（0.1μF），电解电容器4只（2.2μF、10μF、220μF×2），开关二极管（1N4148），发光二极管5只（红、绿、黄、蓝、白色），数码管（LG5011AH），数字集成电路5块（74LS00、74LS74×2、CD4511、CD4518），电子蜂鸣器（3V或6V），压电陶瓷片（直径27mm，带共鸣壳体），按钮开关2个，导线若干（长短不同、两端带有插针的软导线30根或导线直径0.5～0.6mm单股绝缘电线4m），元器件盘。常用工具包括镊子和桃形钳。

编者注：本文的视频讲解见本期配刊光盘。

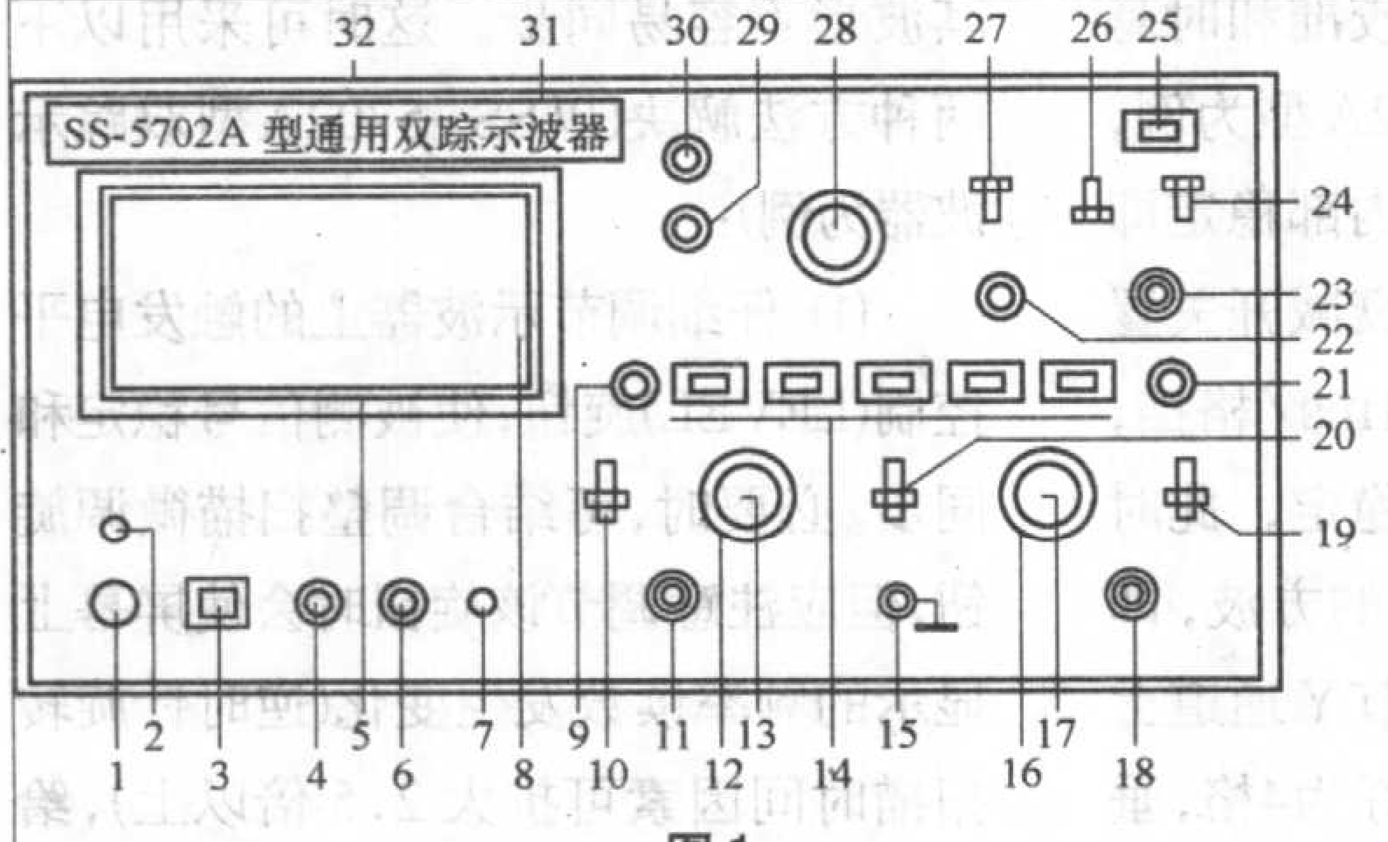
示波器的正确使用方法及使用技巧

文/朱英明 张国栋

示波器是一种用途广泛、数据测量准确、信号波形直观清晰的电子测量仪器。掌握示波器的正确使用方法与技巧是每个电子爱好者和维修者的必备技能，现将示波器的正确使用方法与使用技巧介绍给大家。

一、使用前的准备

在使用任何一种示波器之前，应首先仔细阅读使用说明书，明确示波器面板上各旋钮的功能，掌握读取方法。现以SS−5702A型通用双踪示波器（图1）为例进行说明。



1-标准信号;2-电源指示;3-电源开关;4-辉度;5-聚光圈;6-聚焦;7-光迹旋转;8-屏幕;9、21-垂直位移;10、19-AC、地、DC输入信号与垂直放大器连接方式选择开关;11-Y1输入端;12、13-垂直衰减;16、17-Y轴微调;14-Y方式选择;15-接地;18-Y2输入端;20-内触发开关;22-电平旋钮;23-外触发输入端;24-触发源开关;25-扫描方式;26-耦合开关;27-触发极性;28-扫描时间因数;29-扫描时间因数微调;30-水平位移，31-铭牌;32-面板框

图1

1.将面板上的各旋钮置于下列位置（以使用CH1通道测量信号为例）。

① 辉度(INTEN)控制置于中间。

② 输入耦合开关(AC−GND−DC)置于AC。

③ V/格选择开关（VOLTS/格）根据被测信号的幅度大小置于适当位置（如被测信号在5V左右，可将此开关置于1V/格）。

④ 位移/直流偏置开关（POSITION/PULL DC OFFSET）置于中间位置。

⑤ 工作方式选择开关（MODE）

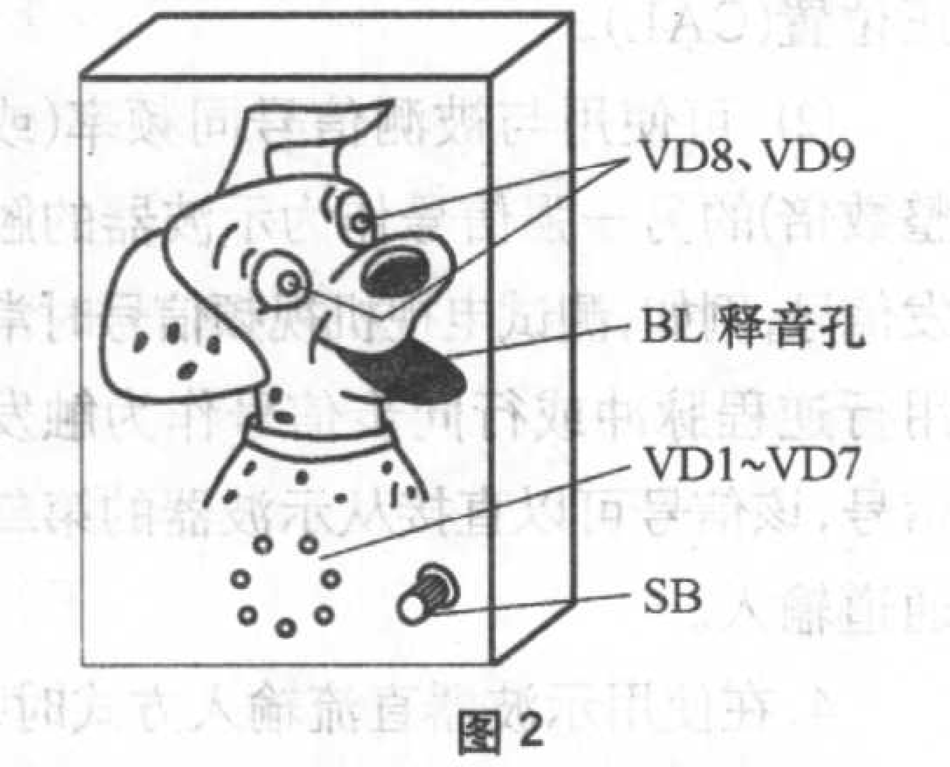


图2

关，亦可用KAX−1或LA20−11型按钮开关来代替。BL用ϕ27mm×9mm或ϕ29mm×9mm、8Ω、0.1W微型动圈式扬声器，以减小体积，方便安装。GB用两节5号干电池（须配套塑料电池架）串联而成，电压3V。因整机静态耗电小于0.5μA，故不必设置电源开关。

三、制作与使用

整个电路按照图1所示，以集成电路IC的芯片为基板进行焊装，不必另外再设计制作印制电路板。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿IC内部CMOS集成电路！

“小狗唱歌”游戏器的外形如图2所示。机盒可用薄木板或不透明的有机玻璃板制作，也可用体积合适的塑料香皂盒、电子门铃外壳等来代替，机盒体积约为100mm×65mm×20mm，要求不是十分严格，只要能装下元器件便行。盒面板用胶粘贴小狗头部图案（可剪自画报或自绘），“小狗”的眼睛部位开孔固定发光二极管VD8、VD9，嘴部为扬声器BL开出释音孔。“小狗”下部将发光二极管VD1～VD7固定成圆环状，圆环的直径约为25mm；右下角开孔固定轻触开关SB，以便操作。

装配成的“小狗唱歌”游戏器，只要元器件质量可靠，焊接无误，不需任何调试就能正常工作。如果电路在工作时（尤其是在演奏乐曲时）产生自激振荡，即扬声器BL发出有规律的啸叫声或“失真”声，可通过在集成电路BL的电源端跨接一只22μF～47μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。

“小狗唱歌”游戏器的玩法：参加游戏者用手按动轻触开关SB，使发光二极管VD1～VD7按逆时针方向依次循环发出由快到慢变化的光点，扬声器BL发出同步“嘀、嘀……”短声，通过掌握手松开SB的时间长短等技巧，努力使VD1～VD7循环发出的光点最后停留在绿色发光二极管上闪烁，则表示游戏获胜，“小狗”便奏响一首乐曲，以示祝贺！如果参加游戏者“运气”不佳，光点最后停留在某个红色发光二极管上闪烁，则“小狗”会发出“嘀—嘀……”几声长音，表示游戏失败。

本游戏既可以自己一个人单独玩，也可以由数位同学参与依次玩，还可以在家里跟父母或者爷爷、奶奶同玩，比一比到底谁先能够让“小狗”唱歌，或者让“小狗”唱歌的次数最多！

置于通道CH1位置。

⑥ 扫描时间选择开关（TIME/格）根据信号的频率置于适当的位置，一般情况下，若测量信号频率为几千赫至几兆赫，宜置于（5～20）μs/格；若测量信号频率为几十至几百赫，宜置于（5～20）ms/格；若测量信号为数字信号，则宜置于0.5μs/格。

⑦ 扫描微调（SWP VAR）置于校正位置（顺时针旋到底）。

⑧ 触发源选择开关（SOURCE）置于“内”。

⑨ 内触发选择开关（INT）置于“CH1”。

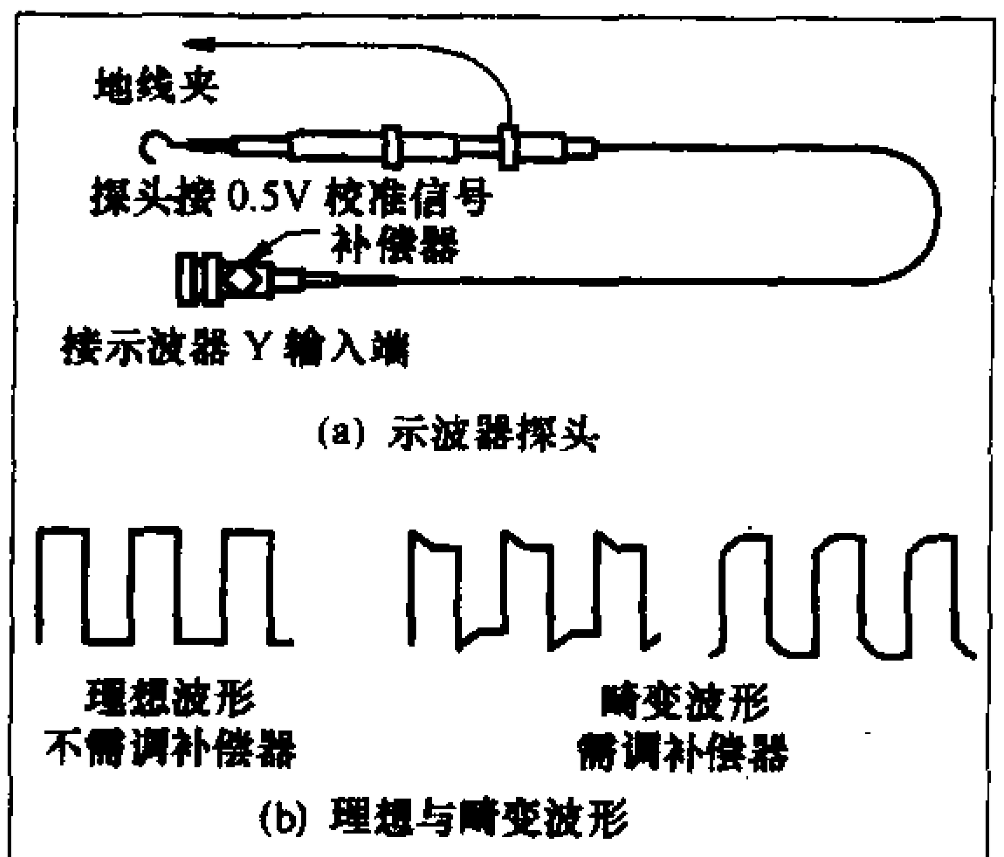
⑩ 触发方式选择（TRIG MODE）置于“自动”（AUTO）。

2.接通电源开关，电源指示灯亮，几秒钟后，屏幕上应看到一条扫描线，再适当调节辉度旋钮，使扫描线亮度适中，调节聚焦旋钮（FOCUS），使扫描线最细，调节位移旋钮（POSITION），使扫描线和屏幕中间的水平刻度线重合。

3.预热几分钟后，示波器即可使用。

二、示波器探头的校正

示波器探头（图2）是一个范围很宽的电压衰减器，应有良好的相位补偿，否则显示的波形会因探头的性能不良而畸变，产生测量误差。使用前，应对探头进行适当的补偿调节。以SS-5702A型通用双踪示波器配备的探头为例，先把探头接到通道CH1或CH2的输入端，并把探头的衰减开关置“×10”位置。把垂直幅度衰减开关调到10mV/格挡，再将探头针触到校准电压输出端子，用示波器附带的无感改锥调节探头上的补偿器，使之获得如图2（b）所示的理想波形。



(a) 示波器探头

(b) 理想与畸变波形

图2

三、示波器的校正

1.示波器在使用一段时间或经较长时间存放与修理后，应重新进行校准。在用示波器进行定量测量时，必须对示波器的测试精度进行校准，示波器精度校准分垂直幅度校准和时基校准两个方面，以SS-5702A型为例，开机20分钟后，待示波器内部稳定即可开始校准工作。先将Y衰减开关置“校正”挡，扫描速度置0.1ms/格挡，调节同步旋钮使显示波形稳定，此时屏幕上应有峰-峰值为4格的方波，即40mV，若不是4格，应调节Y通道上微调电位器使垂直幅度正好为4格，垂直幅度即告调好。该方波在屏幕水平方向应有10个完整的波形，即1个周期占1格，方波周期T=1格×0.1ms/格=0.1ms（频率f为10kHz）。若一个周期在水平方向所占的格数大于1格或小于1格，说明扫描速度变快或变慢；应调节X轴通道板上的微调电位器，当扫描方波在水平方向刚占10格时，就完成了时基校准工作。

2.扫描基线的校正。示波器应用在不同的场合会受外磁场的影响引起扫描基线发生倾斜，此时需要对扫描基线进行校正，以SS-5702A型通用双踪示波器为例，校正方法是：用螺丝刀调节“基线旋转”（TRACE ROTATION），使扫描线和示波器的水平刻度线平行。

3.直流平衡校正。以SS-5702A型通用双踪示波器为例，直流平衡校正的方法是：置CH1、CH2输入耦合开关为接地，置触发方式为自动，然后移扫描线到刻度中心（垂直方向）。再将V/格开关在5mV和10mV挡之间变换，调节“直流平衡调节”（DC BAL），直至扫描线无任何位移即可。

四、示波器使用注意事项及技巧

1.测试前，应首先估算被测信号的幅度大小，若不明确，可先将示波器的V/格选择开关置于最大挡，避免因电压过高而损坏示波器。

2.大部分示波器都设有扩展挡位和旋钮，定量测量时一定要检查这些旋钮所处的状态，否则会引起读数错误。

3.在用示波器测量较弱的信号时，其波形不容易同步。这时可采用以下两种方法解决(以SS-5702A型双踪示波器为例)：

(1) 仔细调节示波器上的触发电平控制(LEVEL)旋钮，使被测信号稳定和同步。必要时，可结合调整扫描微调旋钮，但应注意调节该旋钮时会使屏幕上显示的频率读数发生变化(逆时针旋转扫描时间因素可扩大2.5倍以上)，给计算频率造成一定困难。一般情况下，应将此旋钮顺时针旋到底，使之位于校正位置(CAL)。

(2) 可使用与被测信号同频率(或整数倍)的另一强信号作为示波器的触发信号，例如，测试电视机视频信号时常用行逆程脉冲或行同步信号作为触发信号，该信号可以直接从示波器的第二通道输入。

4.在使用示波器直流输入方式时，应先将示波器输入接地，确定好示波器的零基线，才能方便地测量被测信号的直流电压。

5.示波器工作时，周围不要放置大功率的变压器，否则，测出的波形会有重影和噪波干扰。

6.示波器可作为高内阻的电压表使用，因被测电路中有一些高内阻电路，若用普通万用表测电压，由于万用表内阻低，测量结果会不准确，同时还可能会影响被测电路的正常工作，而示波器的输入阻抗比万用表高得多，测量结果不但较为准确而且还不会影响被测电路的正常工作。

不断变化的录音技术

文 / 段现星

传统的盒式磁带录音机曾经风靡几十年，极大地丰富了人们的文化生活，但由于存在体积大、音质差、故障率高等诸多缺点，它的辉煌随着不断出现的语音新技术慢慢走向衰败。在放音方面，CD、MP3、MD等高音质的电子产品大行其道；在录音方面，新型的语言IC录音机已开始深入人们的生活。图1为传统的盒式磁带录音机。

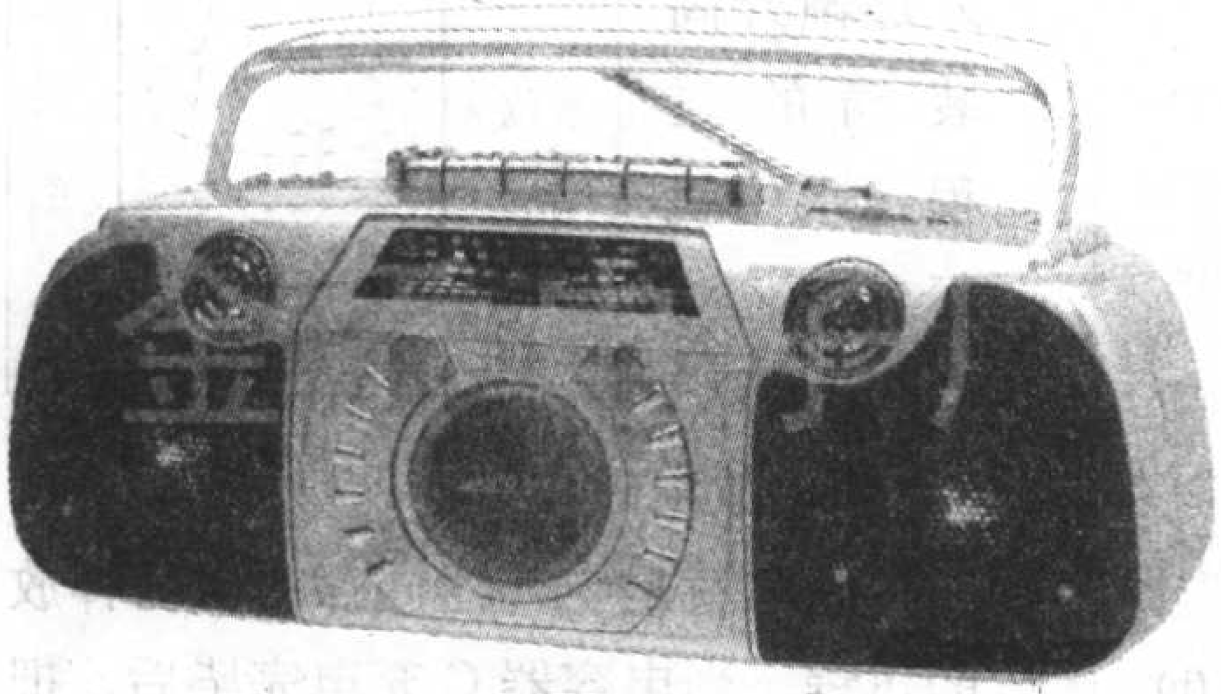


图1

语音IC电路是近年来迅速发展起来的新颖电子器件，它采用数字语音技术，用半导体集成芯片存储语音信号，具有体积小、无介质磨损、寿命长、检索快捷、控制方便等特点。在各种家用电器、工业仪器设备、商业产品宣传、交通工具、声讯电话系统等中得到广泛应用。经过短短几年的发展，语音集成电路种类繁多，产品琳琅满目，但就其功能来说，大致可分为语音合成电路、语音录放电路及语音识别电路三大类别，语音IC电路已成为集成电路家族中的一个很大的分支。下面就语音录放电路的特点与应用进行简单介绍。

语音录放电路是一种可以随意录、放音的语音电路。输入可采取话筒输入或线路输入方式。录音时，它通过A/D转换器将模拟语音信号转换成数字语音信号存入存储器中，放音时将数据从存储器中取出，经D/A转换再变成语音信号输出。由于语音录放集成电路录制方便，编译码方法简单，可以实时处理信号，非常适合一些需频繁更改录放内容的场合，以满足开发新产品的需要。其缺点是要实现长时间录放音，必须使用较大容量的存储器，目前成本较高。

语音录放电路因其所用的存储器不同分为以下几类：

1.单片永久记忆型语音录放电路

单片永久记忆型语音录放电路外围电路极为简单，只需少量的阻容元件，加上扬声器、话筒就能构成一个完整的微型录放系统。它采用了电可擦可编程只读存储器EEPROM，不怕掉电，零功耗存储，信息可永久保存。它还采用了直接模拟量存储技术(DAST)，因而能较好地保留语音信息中的有效成分，提高了语音的录放清晰度。这类产品使用起来十分方便，无需专用开发系统，像微型录音机一样，可随意录入和改动，是当前众多语音录放电路中的佼佼者。该系列语音录放电路具有与微处理器配合的并行接口，运用灵活，主要应用在各种报警器、出租车礼貌服务器、语音提示器、语音讲解器、语音复读机、自动语音播放器等产品中。图2为应用了该存储技术的语音复读机。

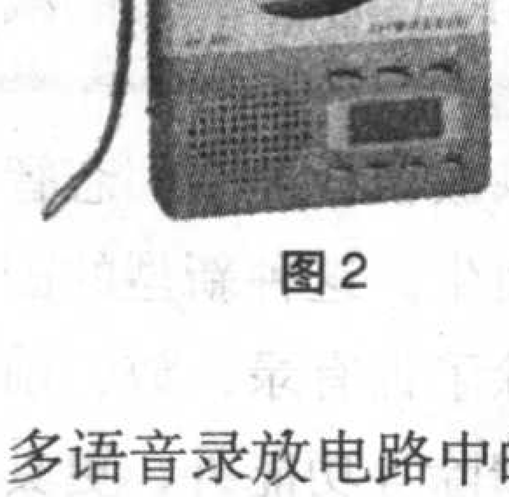


图2

2.采用静态随机存储器（SRAM）和光可擦可编程只读存储器EPROM的语音录放电路

SRAM耗电少，语音数据在掉电时不会丢失，并能和EPROM兼容。EPROM不怕掉电，信息可长期保存，实用价值大。它们广泛应用于安全报警、仪器仪表和各种工业设备中的语音提示。采用EPROM固定录音的语音电路，更改内容需要用紫外线擦除器，写入时必须有专用的语音开发器。

3.采用动态随机存储器（DRAM）的语音录放电路

DRAM容量大、体积小、集成度高、价格便宜，制作成本低。但其也有一旦掉电语音就会全部丢失、耗电较大等缺点。这种语音电路适用于即录即放的普通录放系统，广泛应用于语音学习机、留言机、电子玩具、电话应答器（见图3）等方面。

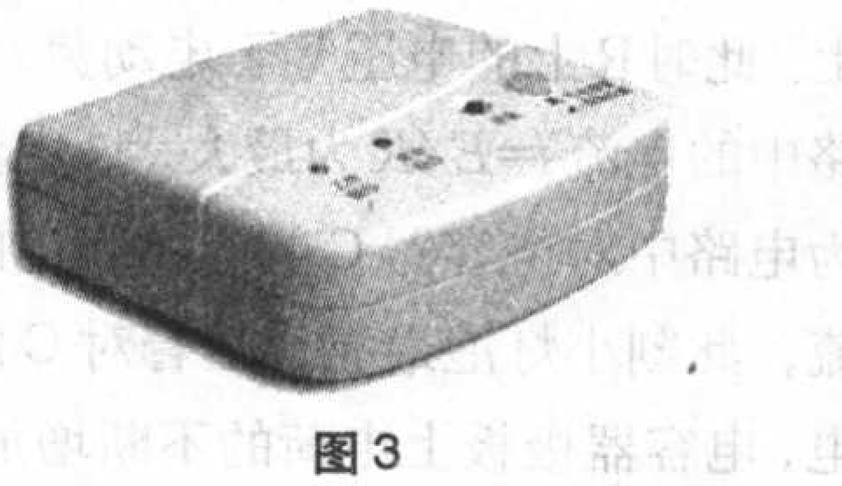


图3

4.智能型单片语音录放电路

智能型单片语音录放电路采用低电压工作方式，录放时间为1～4分钟，在语音编辑组合方面有独到之处，常应用于便携式电子产品、蜂窝式电话、语音BP机、智能机器人等产品中。图4为日本一家科技公司生产的智能机器人，可以和人进行简单的对话。

图说

RC和RL电路的瞬态过程

文/韩雨梅 杨国治

编者按：“图说”系列是2006年《无线电》杂志针对电工技术入门人员而设立的新内容，我们希望这个小栏目能够帮助电工初学人员更快更好地理解电工知识，掌握电工技能。如果您在阅读文章中有什么问题，或者有什么建议和要求，请通过写信、电话或者电子邮件的方式与我们联系。我们将根据您提的问题和建议进行集中地回答和改进。

电感元件和电容元件都是电路中的储能元件，每当电路电源接通或断开，或电路参数变化的瞬间，电路中的能量都将发生变化，使电路出现从一种稳态变成另一种稳态的过渡过程。由于电感中的电流、电容器的端电压不能突变，导致了RC和RL电路的瞬态（又称暂态）过程。

一、RC电路的瞬态过程

1. 充电过程

RC电路如图1所示，当开关S置于“1”位置，刚接通直流电源的瞬间，由于C上的电压不能突变，两端电压仍然为零，整个电动势都加在电阻R上。此时R上的电压等于电动势E，电路中的电流$i=E/R$为最大。该电流称为电路中对电容器C的起始充电的电流，此刻小灯泡最亮。随着对C的充电，电容器极板上电荷的不断增加，C两端电压便按指数规律上升，相应地电流按指数规律下降，如图2所示，则小灯泡亮度逐渐变暗直至熄灭。

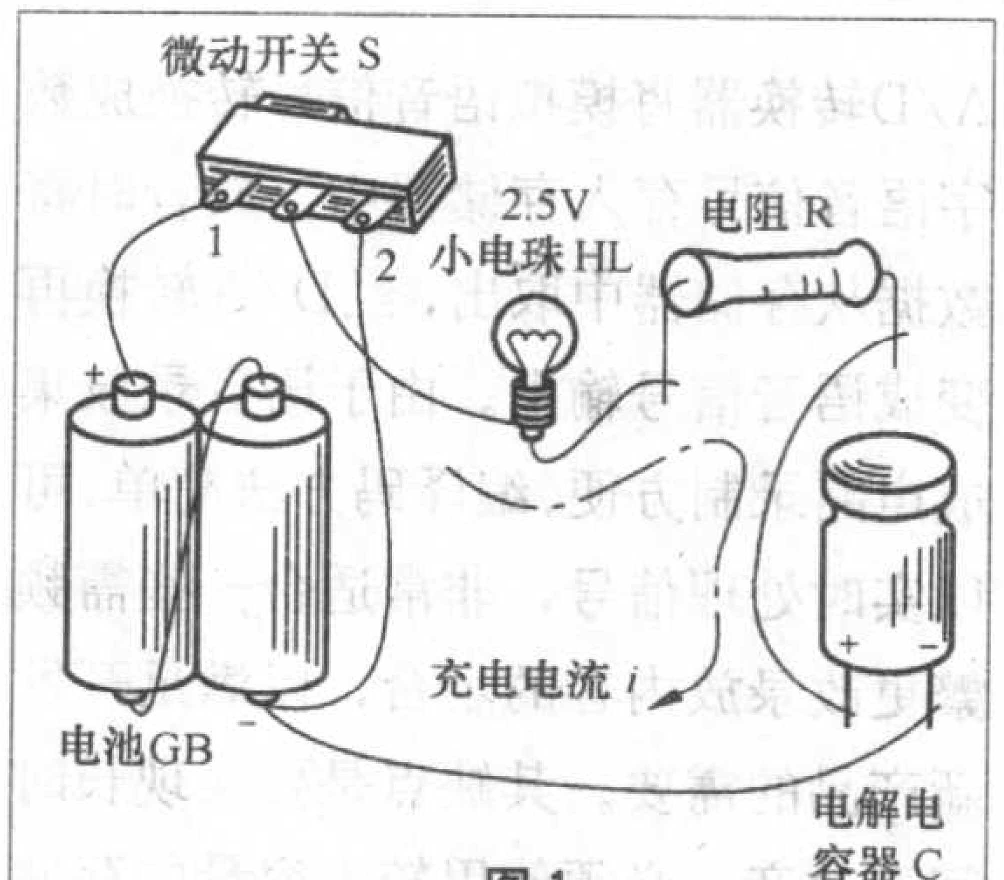


图1

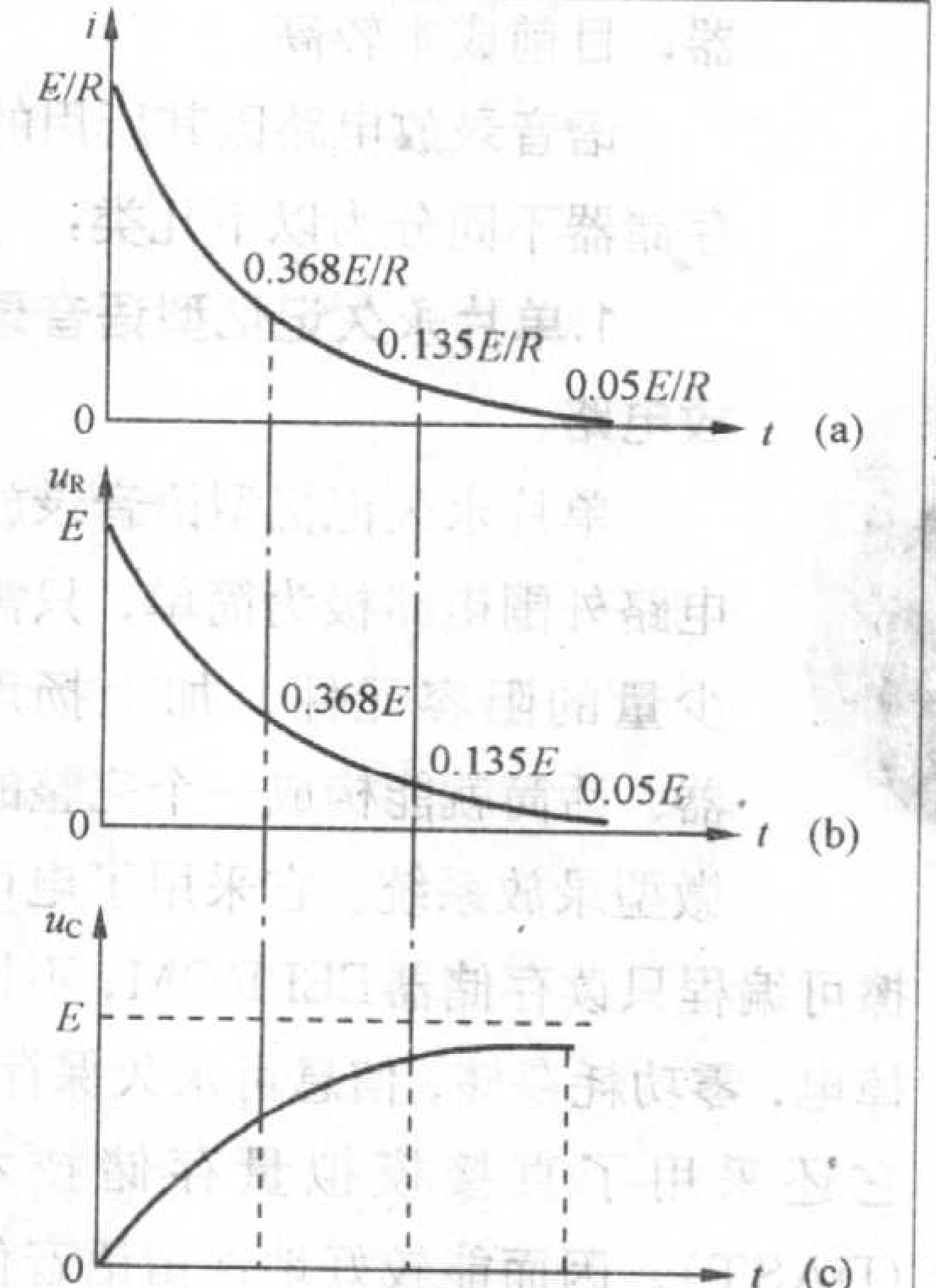


图2

充电电流i和R上电压降u_R的减小速度以及电容C上电压u_C的增加速度，取决于电路的时间常数RC（即$\tau=RC$）。R越大，充电电流越小，u_C上升越慢，则τ越长；C越大，在同样的充电电流情况下，u_C增加就越慢，τ就越长。电容器的充电过程好比往玻璃瓶中加水，水位是随着水的流入逐渐升高装满的过程，水位就不能突变，如图3所示。

图3

2. 放电过程

放电就是电容器储存的电荷释放的过程。当电容器C充电完毕后，把开关S从“1”位置扳到“2”，如图4所示。S合到“2”的瞬间，C上的电压仍然为E，整个电压加到R上，小灯泡瞬间最亮，电容C便通过R放电。在放电过程中，电压按指数规律下降，电流按指数规律减小，如图5所示。小灯泡逐渐变暗至熄灭。放电过程好比盛满水的玻璃瓶中的水被逐渐放掉的过程，如图6所示。

放电电流与充电电流的方向相反。

5.采用新型快闪存储器、可扩超长录放时间、抗断电的语音录放电路

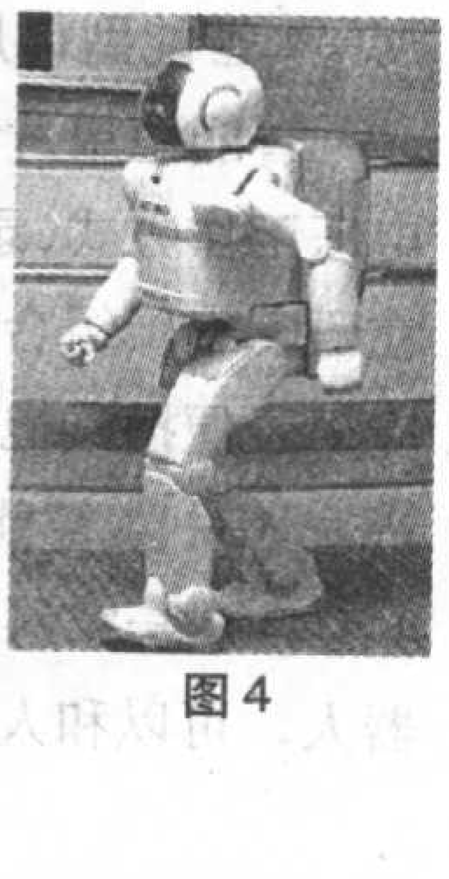


图4

将DSP（数字信号处理电路）与新型快闪存储器有效地结合，使得一种新型固态语音录放模板及全固态智能型录音机应运而生。这种新型的固态语音录放电路除了拥有录、放、前跳、后跳触发和清除等功能外，更具有体积小、功耗低、操作方便、声音可以永久保存等优点。录放音可长达30分钟以上，在一定程度上弥补了一般电路录放时间有限、价位偏高的不足，是一种性能价格比较高的语音录放电路。

以上仅对IC录音技术作了简单介绍，实际上随着计算机技术的不断发展，新材料、新存储介质的出现，以后的录音设备将会更先进，使用更方便，音色会更纯正，音质也更丰满、保真。

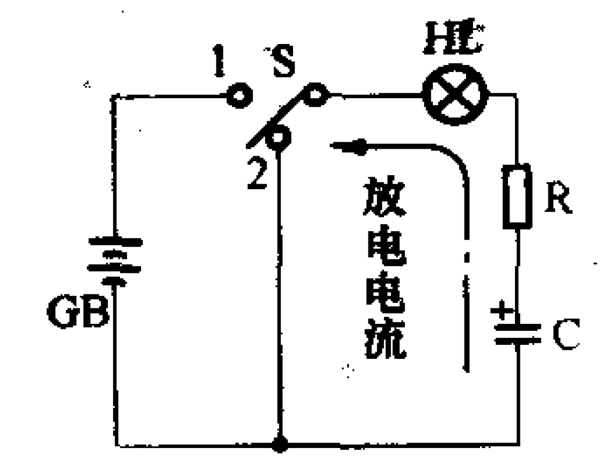


图4

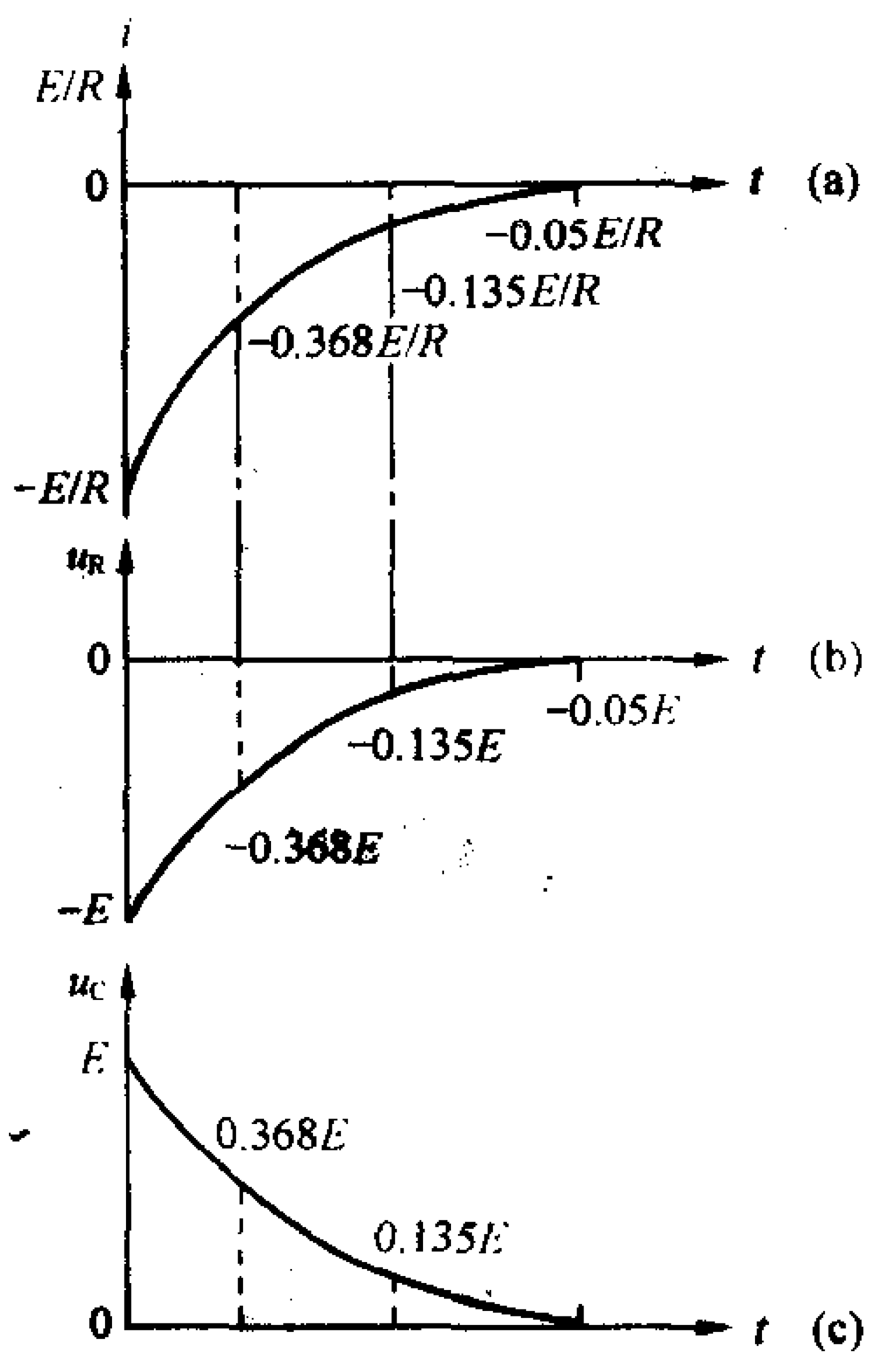


图5

充放电过程的长短与充放电回路的时间常数τ=RC的大小有关，一般认为t=(3~5)τ，充放电基本结束。RC电路在生产生活中被广泛用于延时等自控场合。

二、RL电路的瞬态过程

RL电路如图7所示，当开关S置于“1”位置，接通直流电源瞬间，在自感电动势的阻碍下，流过电感的电

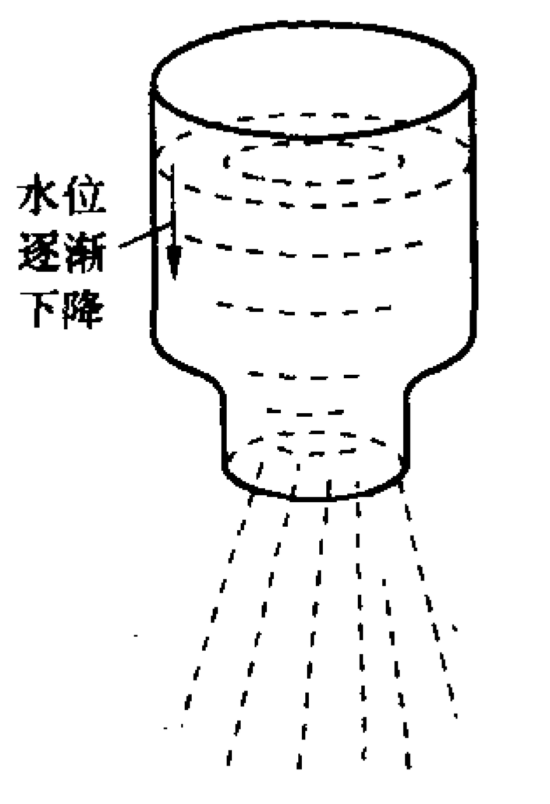


图6

流不能突变，电流按指数规律从零缓慢增到稳定值，此时小灯泡由不亮逐渐变亮至亮度稳定。电流增长的快慢决定于电路的时间常数τ=L/R，一般认为t=(3~5)τ时，瞬态过程基本结束，电路进入稳定状态。

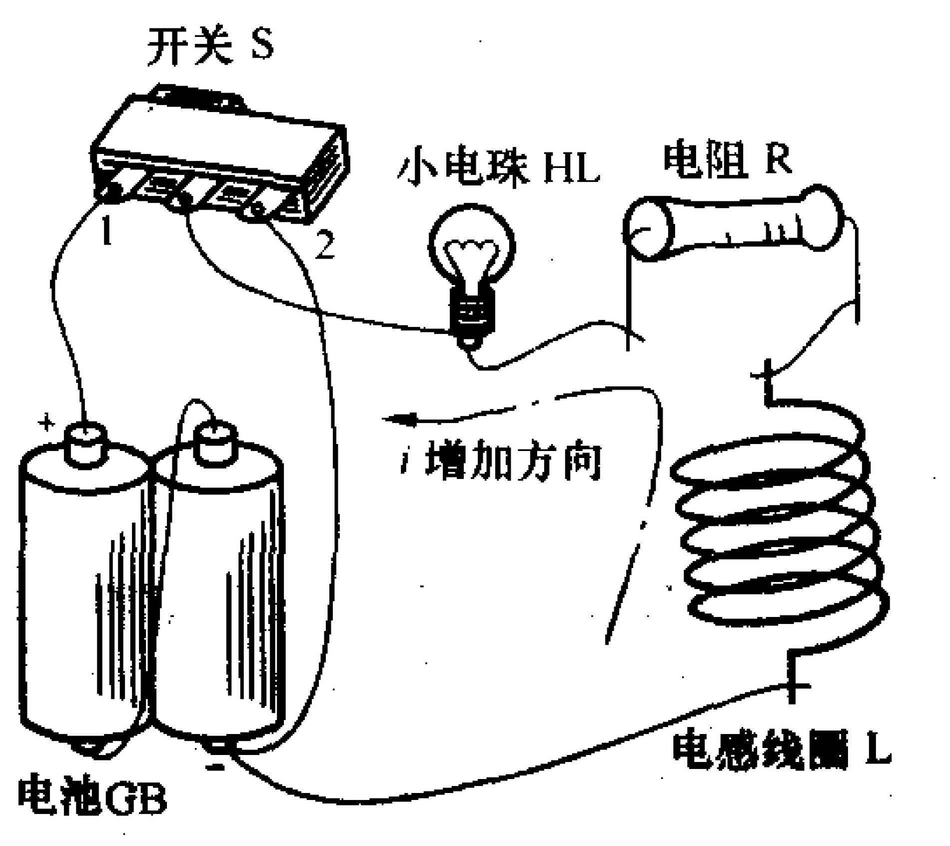


图7

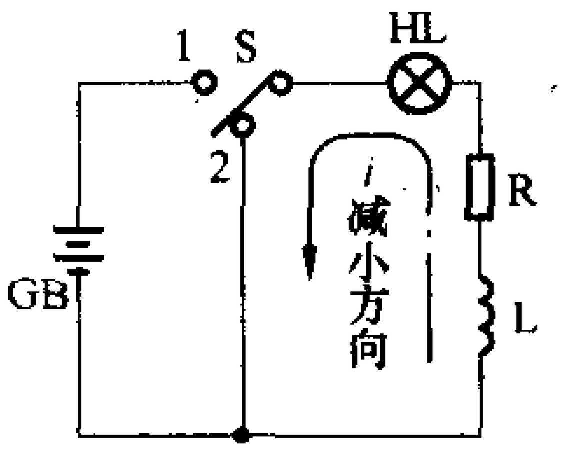


图8

当将开关S从“1”扳到“2”，把RL电路短接时，如图8所示，在自感电动势的阻碍下，电流按指数规律衰减，此时小灯泡由最亮逐渐变暗至熄灭。下降速度的快慢同样决定于电路的时间常数τ。如同一只弹簧，欲将其拉长或压缩时，则所施的外力必须克服弹簧本身的弹力，其时间长短决定于弹簧的弹力和所施外力，如图9所示。

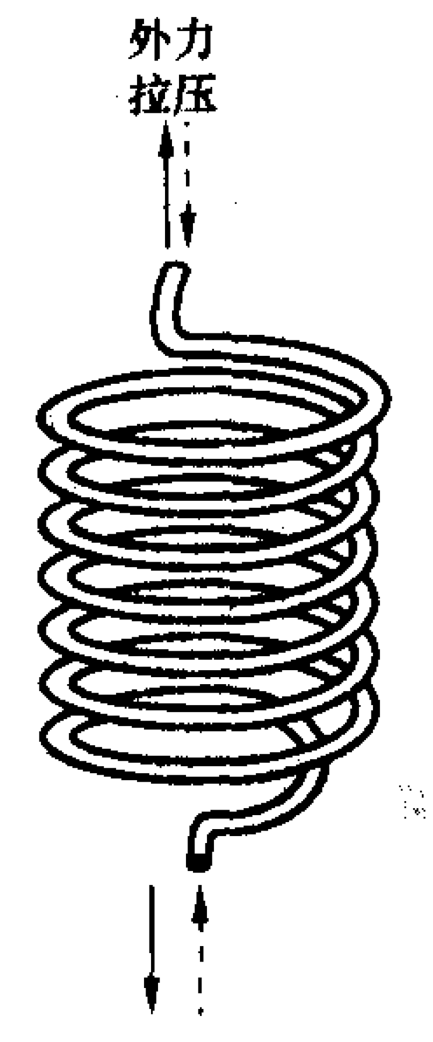


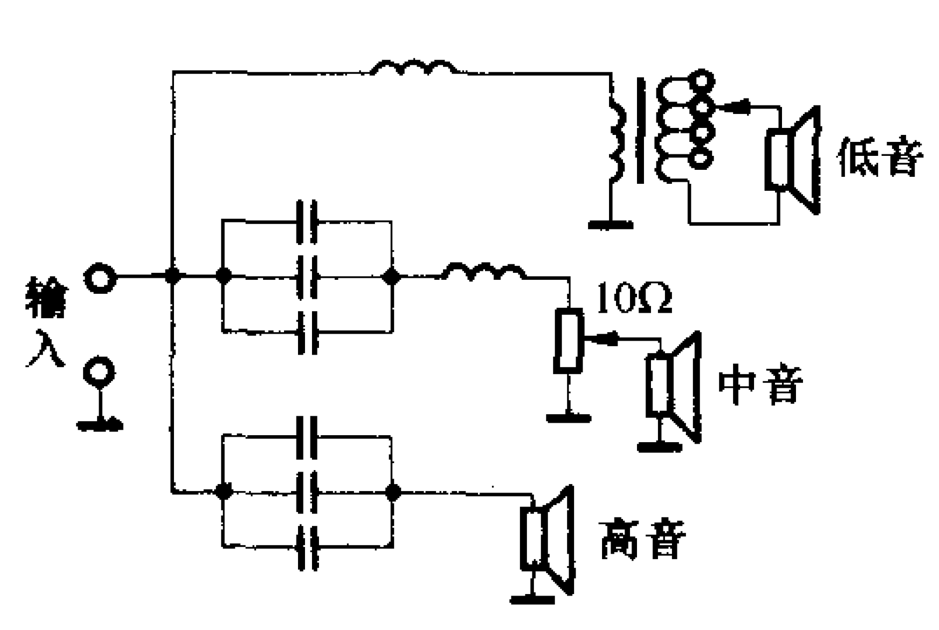
图9

当RL电路与电源断开时，在自感电动势的作用下，开关间将产生电弧形成电流回路或使电感线圈的绝缘损坏。对于大电感电路，为防止电弧和高压电的有害作用，通常在线圈两端并联适当的放电电阻或续流二极管。

由上述可见，RC和RL电路的瞬态特点是：电感上的电流不能突变，电容上的电压不能突变。在直流电源下，若改变电路状态（即换路）前，储能元件储有能量，则电容元件可视作开路，电感元件可视作短路；若换路前储能元件没有储存能量，则电容元件可视作短路，电感元件可视作开路。

音箱调试小经验

文/冯 征



我在调试自制音箱中，为了减小功放功率损耗，采用输出变压器和串接电阻相结合的办法作阻抗变换调校，取得预期效果，现将其介绍给有兴趣的朋友。

从工作原理图看出，功放输出端接三分频器输入端，分频后，低音扬声器采用输出变压器作阻抗调校，通过对次级抽头选择，获得不同的阻抗比。阻抗比越大，减小功放功率损耗越明显。中音扬声器对功放功率损耗不大，采用电阻作阻抗调校，有利音质保真。高音扬声器直接接分频器高音输出端。

输出变压器制作与一般电源变压器制作原理相同，初级输入电压根据功放功率设计，即 $U_I = \sqrt{P_O R_L}$ 式中：U_I为初级输入电压；P_O为功放输出功率；R_L为扬声器阻抗。次级抽头输出电压设计为初级输入电压的50%、70%和90%。

《无线电》合订本（2005年）上册，书号：14164，定价：28元

一、正文部分

正文囊括了《无线电》杂志2005年1～12期“特别企划”和“家电与维修”栏目的全部内容，并经过了再次编辑加工整理，按期号、栏目等重新分类排版，目录则按照连载专题等重新编排。

二、附加资料

1. **康佳LC－TM2018型液晶屏电视机技术资料** 这款液晶屏电视机是康佳2004年设计开发、2005年康佳铂晶平板系列的畅销机型之一，本文介绍了该款液晶屏电视机所有集成电路的内电路、管脚功能、实测数据、应用电路，并给出了该款电视机的电路图。
2. **长虹F7系列液晶屏电视机的典型故障检修** 这是2005年长虹液晶屏电视机的畅销机型之一，本文介绍了该款液晶屏电视机的电路特点和常见故障的检修方法。
3. **新型微处理器控制集成电路解说** 介绍7种应用在彩电中新型微处理器控制集成电路的电路特点、引脚功能、在路工作电压及实际应用。
4. **90种彩电开关电源厚膜块在路实测数据** 本文给出了目前彩电中最常用的90种电源厚膜块的实测数据。
5. **汽车空调故障代码** 介绍丰田、本田、ACURA、马自达、三菱、大宇等系列车用空调的故障代码。

《无线电》合订本（2005年）下册，书号：14165，定价：28元

一、正文部分

正文囊括了《无线电》杂志2005年第1～12期“电脑·单片机·通信”、“应用电路与制作”和“初学者园地”栏目的全部内容，并经过了再次编辑加工整理，按期号、栏目等重新分类排版，目录则按照连载专题等重新编排。

二、附加资料

1.火腿入门

该文根据加拿大无线电爱好者VE3XD的英文原作编译，对于广大业余无线电爱好者，是了解什么是业余无线电、什么是“火腿”、如何成为一名“火腿”、如何参加业余无线电活动以及业余无线电基础知识的好资料，是业余无线电通信初学者入门的好“向导”。

2.红外遥控编码资料

介绍了17种常用的遥控编码芯片的编码方式，并提供了芯片解码单片机应用程序的具体编写实例，帮助读者了解如何通过单片机或数字电路定制解码方案。

3.带串行接口的D/A、A/D转换电路原理解析及应用

介绍了10种常用的带串行接口的D/A、A/D转换集成电路的功能、特点、相关电路的工作时序及应用实例。

2005年《无线电》增刊与合订本销售点

地址	电话	地址	电话
石家庄公里街10号新华批发城1层26号兴华科技书店	7035648	温州市车站大道锦江路锦湖公寓图书市场1号华鸿图书公司	81707629
河北唐山风井路建国街一建工房1-3-4科普期刊书社	2815445	福州市五一中路文艺大厦 南侧文艺书店	83313648
河北石家庄市友谊南大街 图书市场236号 天云书店	83028585	重庆市菜园坝书刊批发市场B区17号同源书社	67051651
河北保定火车站洞天书刊市场同庆书社	2094040	湖北武昌南湖 花园中央花园城邻芳居30号香岛书屋	88026728
河北秦皇岛海港区人民里未名路6号海潮书店 ★	3043562	湖北武汉市图书大世界紫云路7号鹏达书店	85498371
黑龙江佳木斯市图书城华夏书店 ★	8228883	湖南常德武陵镇临江北路132号浩瀚图书公司 ★	7389148
辽宁大连市沙河口区西安路107号－A1号图书城大连文化图书发行公司	84522909	河南郑州市人民路25号 科海书店	66230261
辽宁锦州市重庆路22－32号文化古玩商城内 黄金书屋	4165451	河南洛阳市纱厂北路2号图书城37号春艺书刊发行	3175280
辽宁葫芦岛市糖酒公司门市7号 立铭书店	2153498	河南安阳解放路76号未来科技书店 ★	5165385
辽宁鞍山铁东永昌文化市场三味书屋 ★	2218341	广州市朝天路72号电子科技书店	34281039
吉林长春西广小区文化市场 汇源书店	2731957	广西桂林市漓滨路12－5号合谊书店	2106747
上海市南市区文庙路215号《小说选刊》图书批发部	63765725	贵州贵阳市青云路图书市场29号鑫汇书刊店	5984895
江苏南京中山北路105号百味书社 ★	86631037	四川成都梨花街2号四川书市1楼34号林语书店	86663652
江苏省苏州市司前街117号文化市场2楼鼎盛书刊社	65296610	西安市书林图书批发市场1－14喜剧世界读者服务部	87417525
江苏苏州市司前街117号文化市场金陵书店	65296805	兰州市城关区雁北路780号107室 东胜文化传播公司	8513488
江苏徐州湖滨五期17楼104室徐州宏达电子经贸商社	3750214	杭州市拱墅区登云路639号文化商城311 华鸿图书公司	88256097
合肥红星路170号长江报刊服务部	2645189	云南昆明新闻路348号图书市场2－21号警苑报刊公司	4175865
安徽蚌埠凤阳东路410号（文化市场）华夏书社	3021519	北京朝阳区甜水园图书批发市场131号	13910617117
山东济南市经六路159号－5济南读乐尔图书发行中心	82904601	北京朝阳区甜水园图书批发市场268号 百味斋书刊社	85965787
山东省淄博市张店区中心路140号书刊批发市场新闻书店	2150683	北京市崇文区光明楼邮局报刊亭	13601317536
山东烟台市芝罘屯路13号214房烟台市三站文化书店	6654059	北京市崇文区夕照寺街邮电图书总公司崇文分店	67162143
青岛市峄县路3号文化市场青岛艺术总汇书店	83848881	北京市鼓楼西大街127号嘉盛伟业有限公司	64001975
天津南开区长江道90号图书批发市场5区10号昌达书店	27697311	山西太原市建设南路699号图书市场1211室 ★	7041968
		杭州陈建军 ★	88256027

注：上述销售点中标注“★”的只销售《无线电》合订本，其余的两者皆售。除以上销售点外，2005年《无线电》合订本及《无线电》增刊在各地新华书店均可购买。

实用有趣的延时小夜灯

文 / 张晓东

这里介绍的延时小夜灯是你生活中很有用的“小帮手”，它具有光控延时照明和手动延时照明两种功能。

一、工作原理

延时小夜灯的电路如图1所示，它主要以一块功率开关集成电路IC（型号为TWH8778）为核心器件构成。TWH8778采用TO−220塑封包装，体积小，便于安装（外形参见图2），其内部电路可等效成为一个“电子开关”。“电子开关”的通断受5脚微触发电流（阈值正电压为1.6V）的控制，实测当电流大于30μA时，“电子开关”接通，HL点亮；当电流小于30μA时，“电子开关”断开，HL熄灭。

白天或夜晚室内电灯点亮时，RL受光照呈低阻值，IC内部“电子开关”无合适控制电流而关断，小电珠HL无电不发光。当室内电灯突然熄灭时，RL因失去光照呈高阻值，C的正端电位跳高，电池GB通过R和IC的控制端5脚、接“地”端4脚对C充电，充电电流作为IC的控制电流，使得IC内部“电子开关”导通，HL通电发光。经过一段时间（延时时间），C充电接近结束，充电电流小于30μA，IC内部“电子开关”失去合适控制电流而关断，HL自动熄灭。

当天黑室内光线缓慢变暗时，由于电容器C的正端电位随着光敏电阻器RL阻值的逐渐增大而缓慢升高，其充电电流始终远小于30μA，功率开关集成电路IC的内部“电子开关”不会导通，小电珠HL亦不会点亮，故这个电路只对光线突变起作用。当天亮或再次开亮室内电灯时，RL阻值变小，C的正端电位下降，C所充电荷通过RL和VD泄放掉，为再次关灯后延时点亮HL做好准备。

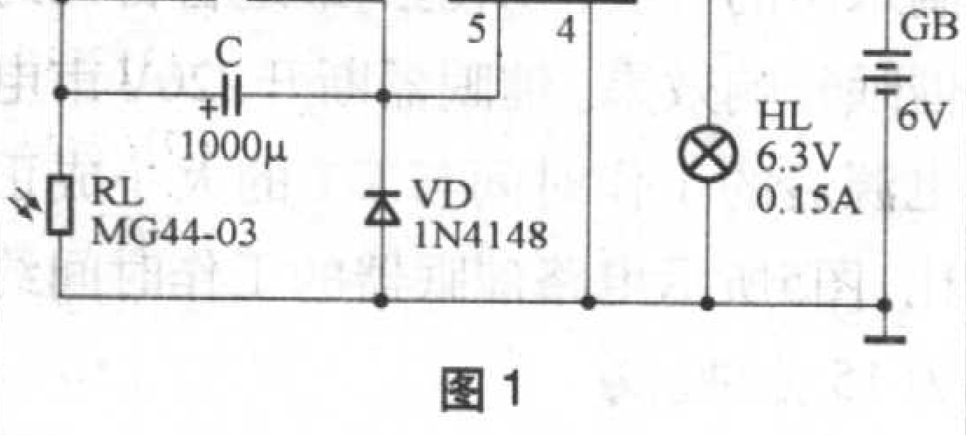


图1

电容器C两端并联有一个自复位按键开关SB，用于手动延时照明。在黑暗的环境中，按动一下SB，C所充电荷便被快速泄放掉；随后，电池GB通过电阻器R和功率开关集成电路IC的控制端5脚、接“地”端4脚对C重新充电，充电电流作为IC的控制电流，使IC内部“电子开关”导通，小电珠HL通电发光，同样达到了延时照明目的。白天或电灯照明环境下，由于RL受光照呈低阻值，C两端无法充电，故按动SB不会点亮小电珠HL。

电路中，小电珠HL每次延时点亮的时间长短，主要由R、C的数值大小确定，此外还与光敏电阻器RL光电阻的变化差及功率开关集成电路IC的最小控制电流大小等有关。按图1选用元器件，每次光控延时时间应大于1分钟，手动延时时间应大于1.5分钟。

二、元器件选择

IC选用TWH8778型功率开关集成电路，也可用外形、功能完全一样的同类产品QT3353直接代换。VD用1N4148型硅开关二极管，亦可用1N4001型硅整流二极管代替。RL选用MG44−03型光敏电阻器，其他亮阻小于5kΩ、暗阻大于1MΩ的光敏电阻器也可代用。R用RTX−1/8W型碳膜电阻器。C用漏电小的正品CD11−10V型电解电容器。HL用常用的6.3V、0.15A小电珠；如果嫌发光亮度不够，可并联2~3只一样的小电珠使用，也可用两只手电筒常用的2.5V、0.3A小电珠串联后照明。GB用4节5号干电池串联而成，电压6V；要求配上合适的塑料电池架，以便于安装。因整个电路平时耗电甚微（实测静态总电流：白天为0.15mA，夜晚为15μA），故无须设置电源开关。

三、制作与使用

图2所示为该延时小夜灯的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为40mm × 35mm。按键开关SB按图3所示用磷铜皮弯制，并用废旧发光二极管（ϕ5mm）做成按钮。

焊接好的电路板连同干电池GB一起装入体积合适的市售塑料香皂盒或自制小木盒内，并参照图4所示，在盒面板分别开孔固定小电珠HL和伸出按键开关SB的按钮，在盒侧面开孔固定光敏电阻器RL。安装时注意：要避免HL光线直射到RL上，以免电路发生自身干扰而无法正常工作，必要时可在RL外围用强力胶粘套上尺寸约为ϕ10mm × 15mm的遮光塑料管。

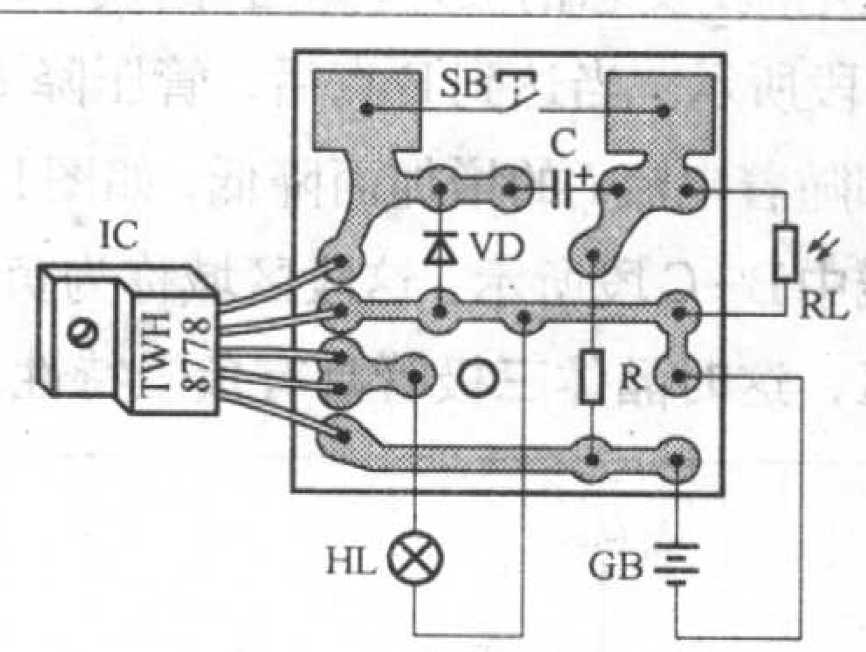


图2

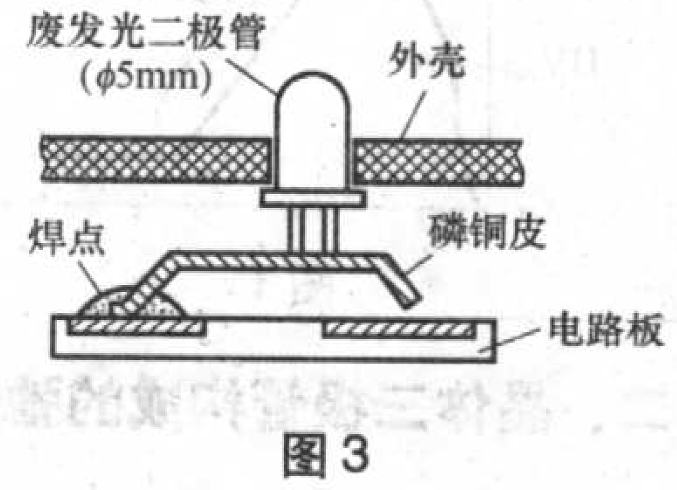


图3

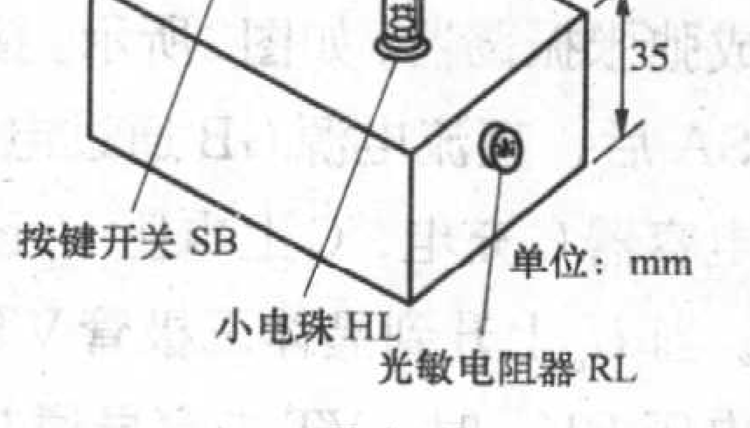


图4

晶体三极管在振荡电路中的变通运用

文/莫 恩

本文介绍的晶体三极管在振荡电路中的运用，并不是指通常的振荡电路中晶体三极管作为放大器件加上正反馈回路产生振荡，而是超常规地将晶体三极管运用在击穿状态，作为负阻器件应用于弛张振荡电路。

一、晶体三极管的负阻特性

晶体三极管有一项极限参数BV_{ceo}，它是指在基极开路时集电极－发射极间的击穿电压。通常情况下应使加在晶体三极管集电极与发射极之间的工作电压U_{ce}不超过BV_{ceo}，由于基极开路无基极电流，晶体三极管截止，只存在极微小的穿透电流I_{ceo}，如图1所示。如果不断加大集电极与发射极之间的工作电压U_{ce}，当达到BV_{ceo}时晶体三极管即发生击穿现象，其集电极电流I_c便急剧上升，如图1曲线中A－B段所示。当达到B点后，管压降U_{ce}却随着电流I_c的增加而降低，如图1曲线中B－C段所示，这段区域称为负阻区，这时晶体三极管具有负阻特性。

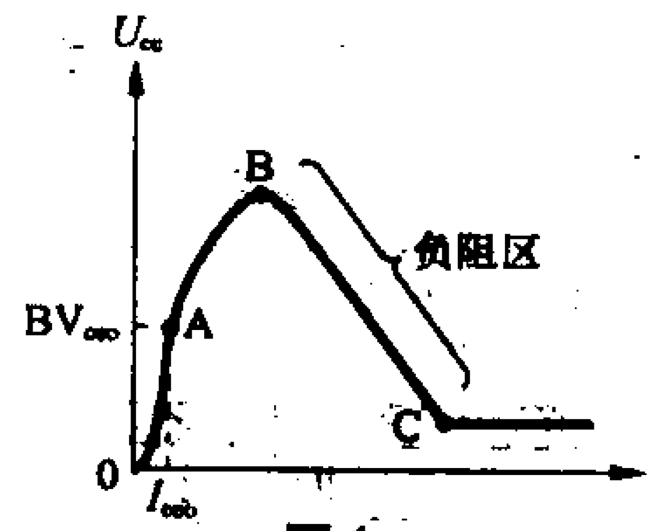


图1

二、晶体三极管构成的弛张振荡器

利用晶体三极管在图1曲线中B－C段负阻区所具有的负阻特性，可以构成弛张振荡器，如图2所示。接通开关SA后，直流电源GB通过电阻R1向电容器C充电，C上电压U_c逐步上升。当U_c上升到晶体三极管VT的击穿电压BV_{ceo}时，VT击穿导通并进入

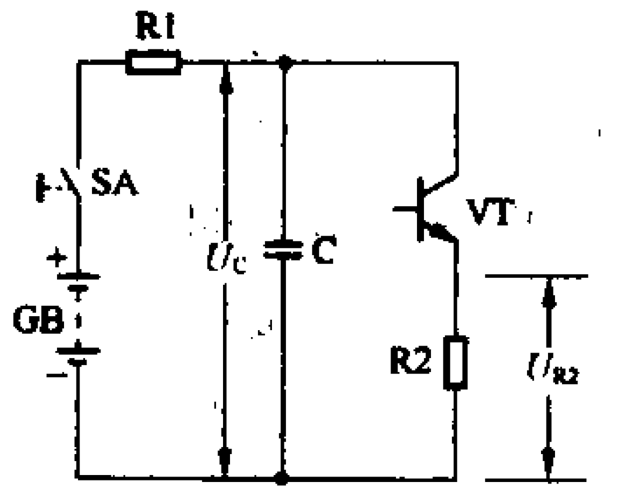


图2

负阻状态，这时VT的管压降变得很小，C通过VT和R2迅速放电。C放电结束后，VT恢复截止状态，直流电源GB又通过R1向C进行新一轮充电。如此周而复始形成振荡，振荡频率取决于R1和C的大小，R1和C的乘积越小，振荡频率越高。放电电流在R2上的压降形成窄脉冲U_{R2}，电容器C上的电压U_c则为锯齿波，波形如图3所示。该电路中，由于VT击穿导通的时间极短，因此不会因过热而导致晶体三极管损坏。直流电源GB的电压值必须较多地大于晶体三极管VT的击穿电压，弛张振荡器才能正常工作。一般小功率硅晶体三极管的击穿电压为几十伏。

图3

如果将晶体三极管VT的集电极与发射极对调后接入电路，仍可以构成弛张振荡器，如图4所示。这时晶体三极管VT的击穿电压大幅度降低，一般为几伏。在阻容元件数值相同的情况下，图4电路的振荡频率比图2电路的要高。

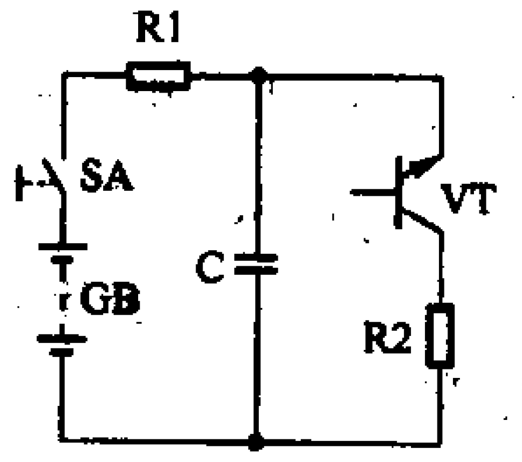


图4

三、晶体三极管变通运用实例——充电式催眠器

利用晶体三极管的负阻特性设计的充电式催眠器电路如图5所示，图6为其方框图。

220V交流电由二极管VD直接整流为直流脉动电压，通过R1向C1充电。由于R1阻值较小，C1上电压很快被充至直流脉动电压的峰值310V左右。C1所存储的电能作为振荡电路的工作电源，使R2、C2与VT等构成的弛张振荡器起振，每一次VT击穿导通后，C2的放电电流就使扬声器发出“嘀”的一声声响。断开220V市电电源后，C1所存储的电能继续为振荡电路提供工作电源，维持弛张振荡器振荡。但随着C1所存储电能的逐渐减少，弛张振荡器的频率也逐渐降低，扬声器发出“嘀”声的时间间隔相应延长，总

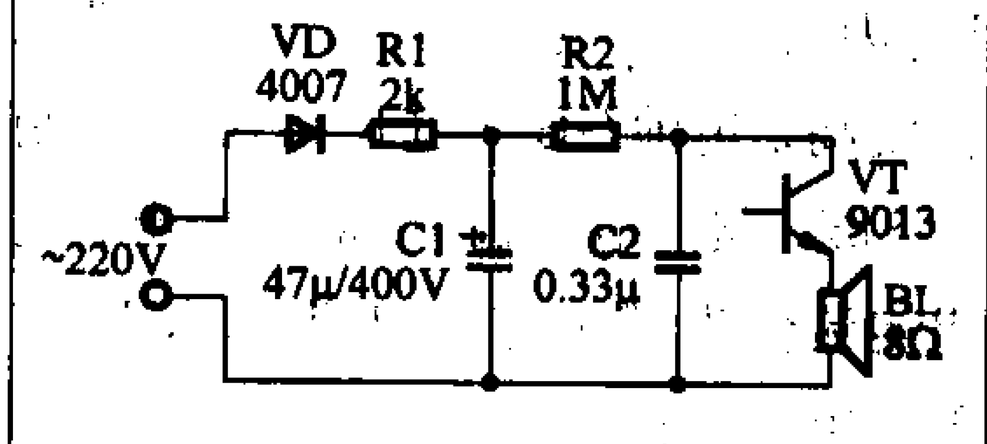


图5

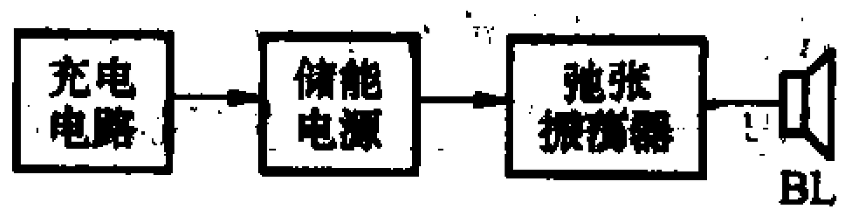


图6

的效果是该催眠器发出了“嘀”、“嘀”、“嘀”……由密集到稀疏的滴水声。当C1所存储电能基本耗尽时，催眠器发出的滴水声也就停止了。

适当调节R2、C2的大小可以改变滴水声的节奏，以达到最适合自己的催眠音响效果。催眠器断开220V市电电源后的工作时间与C1的大小成正比，图5所示电路催眠器的工作时间约为15分钟。

常见电子元器件检测技巧

文 / 刘学伟

电子设备中使用着大量各种类型的电子元器件，设备发生故障大多是由于电子元器件失效或损坏引起的。因此怎么正确检测电子元器件就显得尤其重要，这也是电子维修人员必须掌握的技能。我在电器维修中积累了部分常见电子元器件检测经验和技巧，供大家参考。

1. 测整流电桥各脚的极性

万用表置R × 1k挡，黑表笔接桥堆的任意引脚，红表笔先后测其余三只脚，如果读数均为无穷大，则黑表笔所接为桥堆的输出正极，如果读数为4～10kΩ，则黑表笔所接引脚为桥堆的输出负极，其余的两引脚为桥堆的交流输入端。

2. 判断晶振的好坏

先用万用表（R × 10k挡）测晶振两端的电阻值，若为无穷大，说明晶振无短路或漏电；再将试电笔插入市电插孔内，用手指捏住晶振的任一引脚，将另一引脚碰触试电笔顶端的金属部分，若试电笔氖泡发红，说明晶振是好的；若氖泡不亮，则说明晶振损坏。

3. 单向晶闸管检测

可用万用表的R × 1k或R × 100挡测量任意两极之间的正、反向电阻，如果找到一对极的电阻为低阻值(100Ω～1kΩ)，则此时黑表笔所接的为控制极，红表笔所接为阴极，另一个极为阳极。

晶闸管共有3个PN结，我们可以通过测量PN结正、反向电阻的大小来判别它的好坏。测量控制极(G)与阴极(C)之间的电阻时，如果正、反向电阻均为零或无穷大，表明控制极短路或断路；测量控制极(G)与阳极(A)之间的电阻时，正、反向电阻读数均应很大；测量阳极(A)与阴极(C)之间的电阻时，正、反向电阻都应很大。

4. 双向晶闸管的极性识别

双向晶闸管有主电极1、主电极2和控制极，如果用万用表R × 1k挡测量两个主电极之间的电阻，读数应近似无穷大，而控制极与任一个主电极之间的正、反向电阻读数只有几十欧。根据这一特性，我们很容易通过测量电极之间电阻大小，识别出双向晶闸管的控制极。而当黑表笔接主电极1、红表笔接控制极时所测得的正向电阻总是要比反向电阻小一些，据此我们也很容易通过测量电阻大小来识别主电极1和主电极2。

5. 检查发光数码管的好坏

先将万用表置R × 10k或R × 100k挡，然后将红表笔与数码管（以共阴数码管为例）的“地”引出端相连，黑表笔依次接数码管其他引出端，七段均应分别发光，否则说明数码管损坏。

6. 判别结型场效应管的电极

将万用表置于R × 1k挡，用黑表笔接触假定为栅极G的管脚，然后用红表笔分别接触另外两个管脚，若阻值均比较小（5～10Ω），再将红、黑表笔交换测量一次。如阻值均大(∞)，说明都是反向电阻（PN结反向），属N沟道管，且黑表笔接触的管脚为栅极G，并说明原先假定是正确的。若再次测量的阻值均很小，说明是正向电阻，属于P沟道场效应管，黑表笔所接的也是栅极G。若不出现上述情况，可以调换红、黑表笔，按上述方法进行测试，直至判断出栅极为止。一般结型场效应管的源极与漏极在制造时是对称的，所以，当栅极G确定以后，对于源极S、漏极D不一定要判别，因为这两个极可以互换使用。源极与漏极之间的电阻为几千欧。

7. 三极管电极的判别

对于一只型号标示不清或无标志的三极管，要想分辨出它们的三个电极，也可用万用表测试。先将万用表量程开关拨在R × 100或R × 1k电阻挡上。红表笔任意接触三极管的一个电极，黑表笔依次接触另外两个电极，分别测量它们之间的电阻值，若测出均为几百欧低电阻时，则红表笔接触的电极为基极b，此管为PNP管。若测出均为几十至上百千欧的高电阻时，则红表笔接触的电极也为基极b，此管为NPN管。

在判别出管型和基极b的基础上，利用三极管正向电流放大系数比反向电流放大系数大的原理确定集电极。任意假定一个电极为c极，另一个电极为e极。将万用表量程开关拨在R × 1k电阻挡上。对于PNP管，令红表笔接c极，黑表笔接e极，再用手同时捏一下管子的b、c极，但不能使b、c两极直接相碰，测出某一阻值。然后两表笔对调进行第二次测量，将两次测的电阻相比较，对于PNP型管，阻值小的一次，红表笔所接的电极为集电极。对于NPN型管阻值小的一次，黑表笔所接的电极为集电极。

8. 电位器的好坏判别

先测电位器的标称阻值。用万用表的欧姆挡测“1”、“3”两端（设“2”端为活动触点），其读数应为电位器的标称值，如万用表的指针不动、阻值不动或阻值相差很多，则表明该电位器已损坏。再检查电位器的活动臂与电阻片的接触是否良好。用万用表的欧姆挡测“1”、“2”或“2”、“3”两端，将电位器的转轴按逆时针方向旋至接近“关”的位置，此时电阻应越小越好，再徐徐顺时针旋转轴柄，电阻应逐渐增大，旋至极端位置时，阻值应接近电位器的标称值。如在电位

处理老化了的导电橡胶有绝招

文/张俊霞

导电橡胶被广泛应用于各种电子设备上作为轻触开关，如各种遥控器、计算器、手机、电子词典等电子产品中都会用到它。导电橡胶按键使用一段时间后，会出现按键不灵的现象。很多人认为是导电橡胶老化了，于是想了很多办法，又是用铅笔涂，又是贴锡箔纸，方法想了许多，却无根治的办法。

其实说导电橡胶老化了，只不过是导电橡胶表面被磨光，表层碳原子被氧化而导致导电橡胶表面导电性能变差。一般导电橡胶并非一层薄膜，而是有一定的厚度，一般在0.5~1mm之间。导电橡胶表面老化，不等于导电橡胶整个都老化了。其实导电橡胶表面导电性能变差的厚度非常薄，不会超过整个厚度的1/20。

下面我们做一个简单的实验。找一个按键不灵的电视遥控器，取出橡胶按键，用万用表R × 1k挡测量按键不灵的导电橡胶表面，发现电阻大于100k Ω。找一块学生用的橡皮，擦拭导电橡胶表面，导电橡胶会被擦掉薄薄的一层，然后用万用表R × 100挡测量被擦拭过的导电橡胶表面，电阻在3k Ω左右，和新的一样。如果个别按键表面老化严重，可用细沙纸轻擦两三下，再测试，导电性能如新。可见，如果每个按键的导电橡胶都用橡皮仔细地擦一遍，所有按键的导电橡胶都会恢复如新。仅仅擦拭导电橡胶还不够，由于线路板上和导电橡胶接触过的地方都粘了一层老化了的导电橡胶，也会影响到按键的接通，所以还要用橡皮把线路板表面和按键接触的地方细细地擦拭一遍，这样，由导电橡胶造成的按键不灵就可以根治了。

笔者用这种方法修复了大量的遥控器、计算器、手机等电子产品，实在是轻松有效。不过需要提醒大家的是，这种方法处理过的按键，使用不像新的那样耐久，一般只能用半年到一年时间。不过大家不用担心，这种方法处理20次也不会把导电橡胶层全部擦掉。

器的轴柄转动过程中万用表指针有跳动现象，说明活动触点接触不良。

9. 测量大容量电容的漏电电阻

用500型万用表置于R × 10或 R × 100挡，待指针指向最大值时，再立即改用R × 1k挡测量，指针会在较短时间内稳定，从而读出漏电电阻阻值。

10. 判别红外接收头引脚

万用表置R × 1k挡，先假设接收头的某脚为接地端，将其与黑表笔相接，用红表笔分别测量另两脚电阻，对比两次所测阻值（一般在4~7k Ω范围），电阻较小的一次其红表笔所接为+5V 电源引脚，另一阻值较大的则为信号引脚。反之，若用红表笔接已知地脚，黑表笔分别测已知电源脚及信号脚，则阻值都在15k Ω以上，阻值小的引脚为+5V端，阻值偏大的引脚为信号端。如果测量结果符合上述阻值则可判断该接收头完好。

11. 判断无符号电解电容极性

先将电容短路放电，再将两引线做好A、B标记，万用表置R × 100或R × 1k挡，黑表笔接A引线，红表笔接B引线，待指针静止不动后读数，测完后短路放电；再将黑表笔接B引线，红表笔接A引线，比较两次读数，阻值较大的一次黑表笔所接为正极，红表笔所接为负极。

12. 测发光二极管

取一个容量大于100 μ F的电解电容器（容量越大，现象越明显），先用万用表R × 100挡对其充电，黑表笔接电容正极，红表笔接负极，充电完毕后，黑表笔改接电容负极，将被测发光二极管接于红表笔和电容正极之间。如果发光二极管亮后逐渐熄灭，表明它是好的。此时红表笔接的是发光二极管的负极，电容正极接的是发光二极管的正极。如果发光二极管不亮，将其两端对调重新接上测试，还不亮，表明发光二极管已损坏。

13. 光电耦合器检测

万用表选用电阻R × 100挡，不得选R × 10k挡，以防电池电压过高击穿发光二极管。红、黑表笔接输入端，测正、反向电阻，正常时正向电阻为数十欧姆，反向电阻几千欧至几十千欧。若正、反向电阻相近，表明发光二极管已损坏。万用表选电阻R × 1挡。红、黑表笔接输出端，测正、反向电阻，正常时均接近于∞，否则受光管损坏。万用表选电阻R × 10挡，红、黑表笔分别接输入、输出端测发光管与受光管之间的绝缘电阻（有条件应用兆欧表测其绝缘电阻，此时兆欧表输出额定电压应略低于被测光电耦合器所允许的耐压值），发光管与受光管间绝缘电阻正常应为∞。

14. 光敏电阻的检测

检测时将万用表拨到R × 1k挡，把光敏电阻的受光面与入射光线保持垂直，于是在万用表上直接测得的电阻就是亮阻。再把光敏电阻置于完全黑暗的场所，这时万用表所测出的电阻就是暗阻。如果亮阻为几千欧至几十千欧，暗阻为几至几十兆欧，说明光敏电阻是好的。

15. 激光二极管损坏判别

拆下激光二极管，测量其阻值，正常情况下反向阻值应为无穷大，正向阻值在20k Ω ~40k Ω。如果所测的正向阻值已超过50k Ω，说明激光二极管性能已下降；如果其正向阻值已超过90k Ω，说明该管已损坏，不能再使用了。

“不许动！”防盗器

文/张晓东

本防盗器可用在房门锁、保险柜锁或其他需要报警的设备上。只要人手接触一下被保护物的金属部分，它便会发出声音逼真、响亮的狗叫声，具有较好的防盗保安作用。

一、工作原理

电路见图1，它实际上是一台灵敏可靠的人手触摸式模拟狗叫声报警器。整个电路由振荡型触摸开关电路、模拟狗叫声发生电路和音频功率放大电路等部分组成。

平时，由晶体三极管VT1、振荡线圈T等组成的变压器反馈式振荡电路工作正常，微调电位器RP向VT2发射结提供的偏压小于0.65V，VT2处于截止状态，与VT2集电极相接的模拟声集成电路A的触发端TG处于低电平，A因得不到高电平触发信号而不工作，功率放大三极管VT3截止，扬声器B无声。

当有不速之客触及金属物M时，人体通过M及其引线接VT1的集电极，相当于给振荡电路加上了一个很重的负载，于是VT1停振导致其发射极电流增大，RP向VT2发射结提供的偏压随之大于0.65V，VT2获得合适偏流而导通，A的TG端即获得高电平触发信号，A内部电路受触发工作，

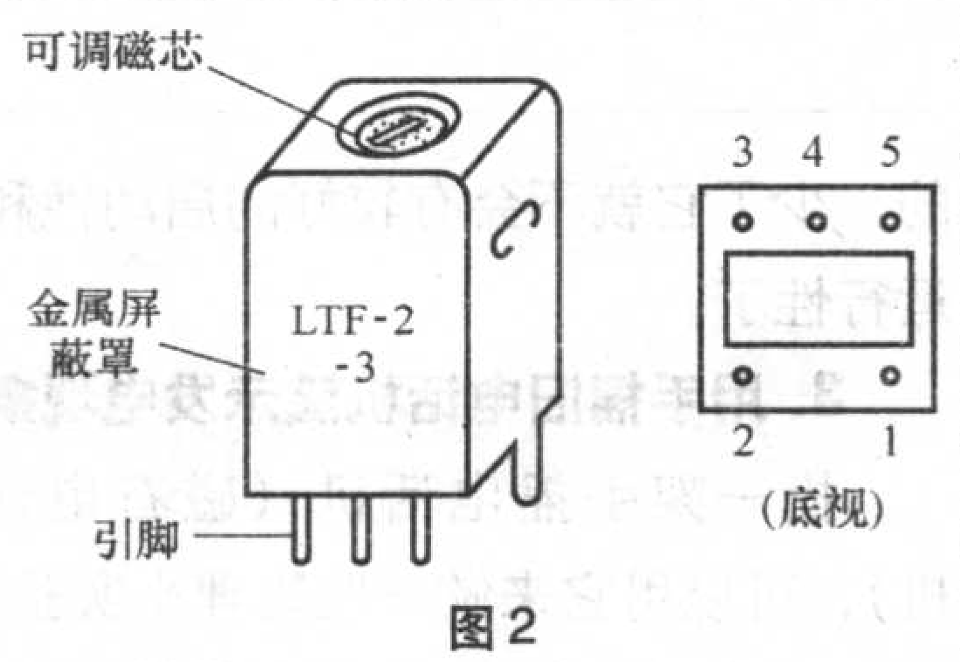


图2

其OUT端反复输出内储的“汪—汪汪汪”狗叫声电信号，经VT3功率放大后，推动扬声器B发声。人手离开金属物M后，VT1恢复振荡，VT2重新截止，扬声器B最多只发出三遍模拟狗叫声即自动停止。

二、元器件选择

A选用KD-5608型模拟狗叫声专用集成电路。该电路用黑膏封装在一块尺寸约为21mm × 19mm的小印制电路板上，并给有外围元件插焊小孔，使用很方便。KD-5608的主要参数为：工作电压范围2.4~5.5V，典型值为3V；触发电压大于$1/2V_{DD}$，正脉冲和高电平均有效；音频输出电流最大可达2mA，静态总耗电小于1μA；工作温度范围−10℃～+60℃。

读者如果手头无KD-5608型模拟狗叫声集成电路，也可用其他同类产品（如HL-169B、LH-5608、HFC520型等）直接代替。

VT1、VT2均用9015型小型塑封硅PNP小功率三极管，要求电流放大系数$\beta>150$；VT3用8050型小型塑封硅NPN中功率三极管，要求$\beta>100$；也可用普通9013型小型塑封硅NPN晶体三极管来代替，但效果稍差一些。

RP用WH7型微调电位器。T选用超外差式中波晶体管收音机里常用的LTF-2-3型振荡线圈，其实物外形（尺寸为10mm × 10mm × 14mm）和底脚排列识别见图2。R1～R3均用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CT1型瓷介电容器，C3用CD11-10V型电解电容器。

B用ϕ57mm、8Ω、0.25W小口径动圈式扬声器。SA用1×1小型拨动开关。G用3节5号干电池串联（配带塑料电池架）而成，电压4.5V。

三、制作与使用

图3所示为该防盗器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为45mm × 25mm。模拟声集成电路A的芯片上直接焊接功率放大三极管VT3和电阻器R3，并通过两根引线接扬声器B，通过三根引线接电路板。整个电路按照图4所示，全部装入一个尺寸约为110mm × 64mm × 30mm的塑料小

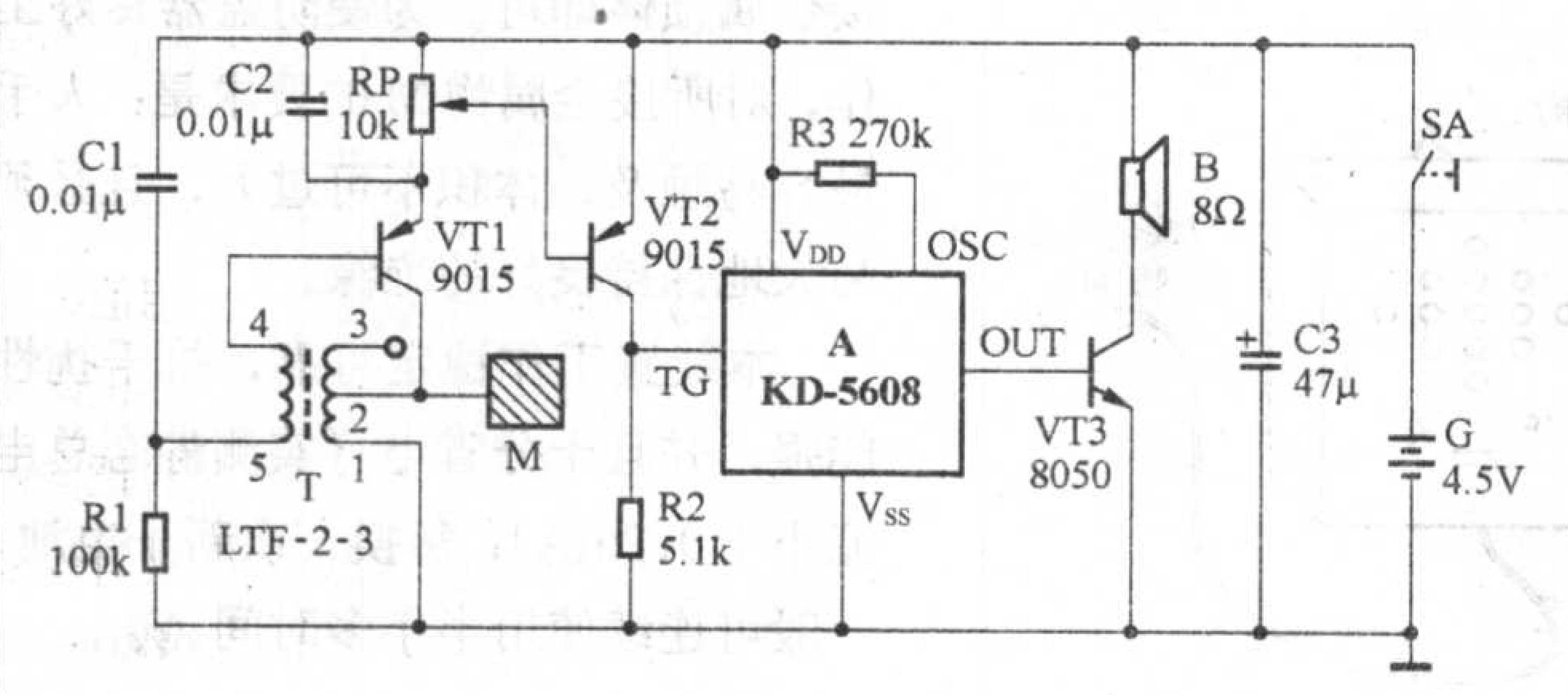


图1

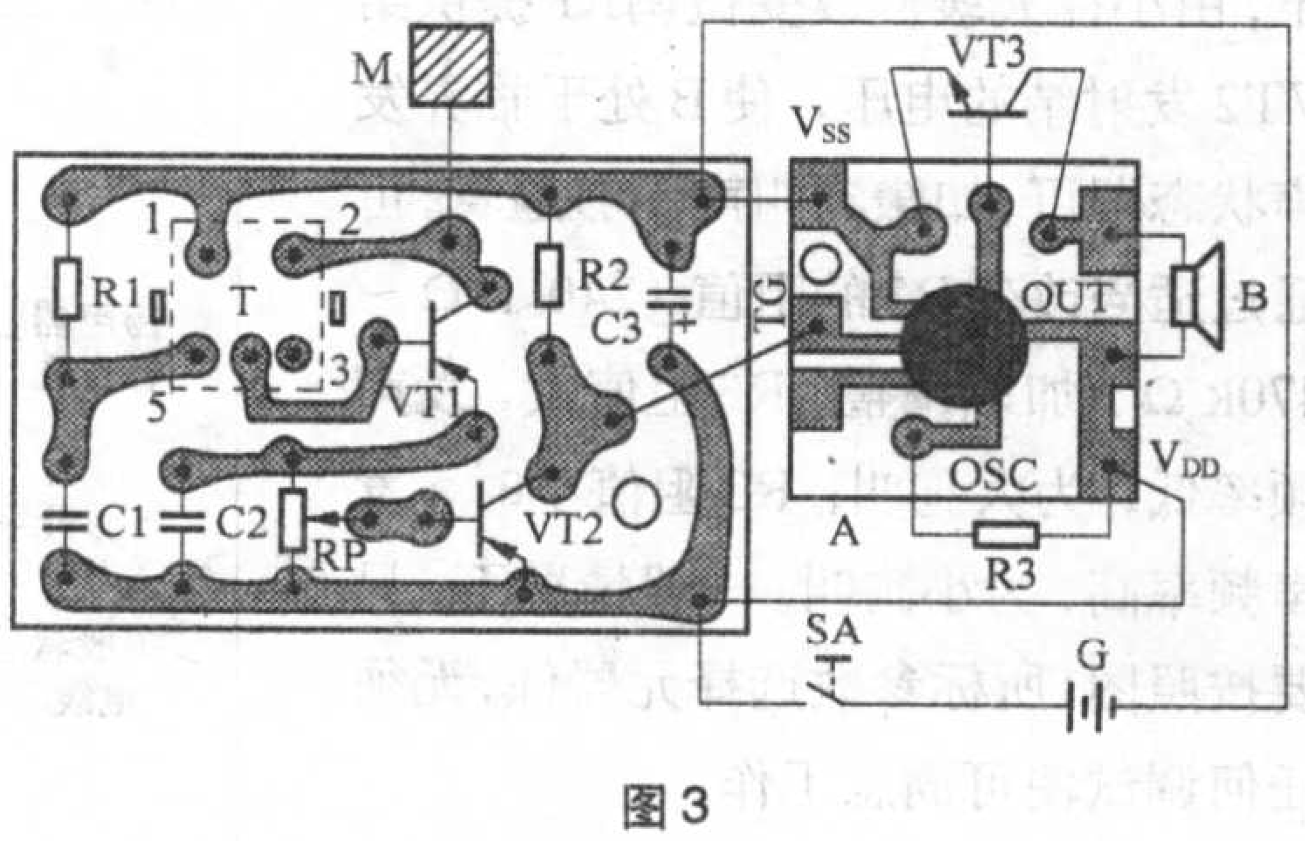


图3

几种有趣的物理电学演示实验

文/杨国平

1. 用收音机演示静电屏蔽现象

找一台收音机，将收音机开关打开，收听一个电台，然后用细绳拴住收音机，慢慢地将收音机分别放入塑料桶和铁桶中，发现收音机放入塑料桶中时声音不变，而放入铁桶中时则没有声音了，这说明金属能屏蔽外电场，而塑料桶则不能。

2. 用吊扇演示电容器的串并联性质

教师用事先准备好没有叶片的吊扇，先让吊扇只接一个1.1μF的电容器，发现吊扇不会转动，用手使劲顺时针拨一下，风扇就会逐渐转起来（但速度不太快）。然后再并联一个1.1μF的电容器，吊扇就能正常运转。如果换接串联的2个1.1μF的电容器，吊扇根本不转。这不仅可以说明电容器在电动机中的应用，还可以说明电容器串联，电容减少，电容器并联，电容增大，而且使学生了解电容器在吊扇和电动机中是必不可少的，少了它就不会有较好的启动性和运行性了。

3. 用手摇旧电话机演示发电现象

找一架手摇电话机（磁石电话机），可以用它来做一些物理小实验，因为它里面装有一个小型手摇发电机。让学生用手接触发电机的输出接头，并缓慢摇动发电机，会感到麻手，说明这时手摇发电机的输出电压相当高(实测结果是，每秒钟摇4转，电压将高达120V)。通过实验还会发现，用这种手摇发电机能使普通照明用的220V/15W的灯泡发光。

4. 用放像机和电视机演示电磁波的发射与接收

找两副天线，一副天线插头连接到放像机背面的射频输出RFOUT插孔，另一副天线插头连接到电视机背面的天线插孔上，接通放像机和电视机电源。放入录有信号的录像带，按放像机PLAY按钮，使放像机处于正常的放像状态，此时放像机通过天线向外发射电磁波（射频信号），对电视机进行调谐就能收到放像机发出的电磁波信号。

5. 用台灯和万用表做金属电阻率随温度升高而增大的实验

导体电阻的大小不仅跟构成导体的材料、长度、横截面积有关，而且跟温度也有密切的关系。多数金属的电阻随温度的升高而增大，一只正常发光的台灯，其灯泡灯丝电阻比不发光时大得多。把台灯装上“220V，100W”灯泡，先用万用表R×1挡测出电灯的直流电阻R≈32Ω，然后把台灯插头插入220V交流电源的插座上，让灯泡在220V电压下正常发光2～3分钟，最后拔出台灯插头（即断开220V电源），立即用万用表测得灯泡电阻值将由原来的32Ω上升到48Ω。后来，灯泡在自然冷却的情况下，电阻示数又逐渐变小，最后指针回到原来的32Ω的位置上。实验有力地证明了金属电阻率随温度的升高而增大。

盒内。

电路调试很简单：在晶体三极管VT1起振(用手触摸M接线头时，VT1发射极电位会下降1V左右）的条件下，由小往大缓慢改变微调RP提供给VT2发射结的电压，使B处于临界发声状态即可。如嫌狗叫声不够逼真，可通过适当改变R3的阻值（240kΩ～470kΩ）加以调整。R3阻值大，发声频率低，为大狗叫；R3阻值小时，发声频率高，为小狗叫。一般情况下，只要按照图1所标参数选择元器件，无须任何调试便可满意工作。

制作成的防盗器用于房门（非铁制门）保安时，可悬挂在门栓的背面，从盒内引出来的软导线直接接在门栓背面的金属锁体上，这样只要不速之

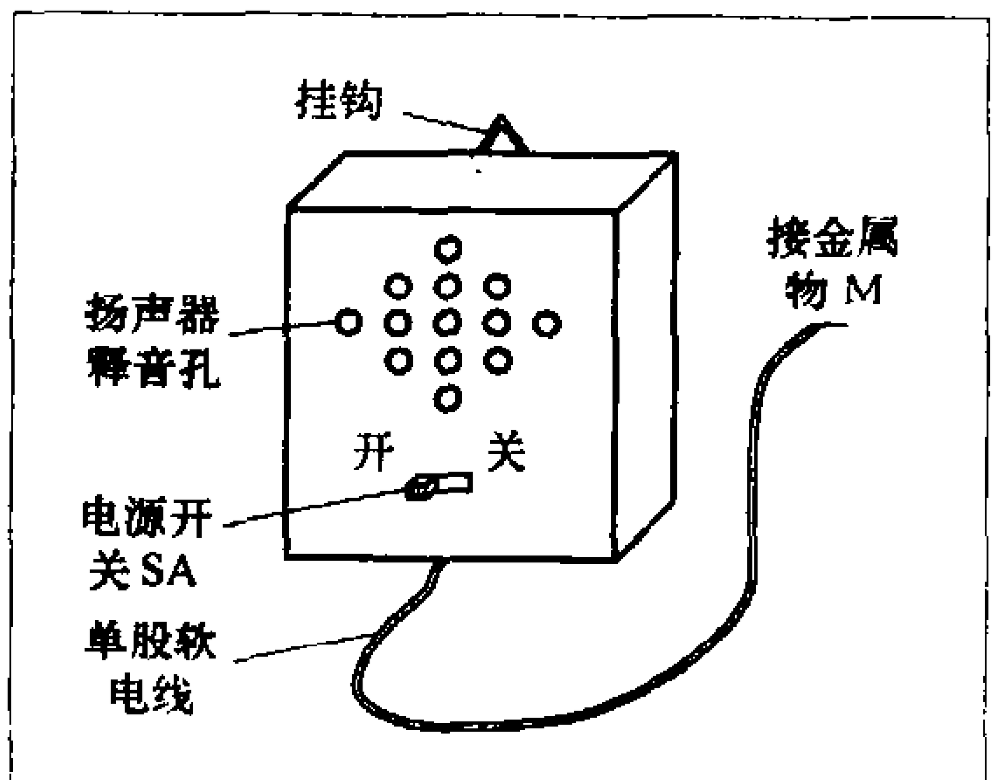


图4

客触及门锁，防盗器便发出模拟狗叫声，当用于保险柜、抽屉报警时，可将电路盒放置在附近隐蔽地方或干脆安装在保险柜、抽屉内，引出线直接接金属锁体即可。为使防盗器良好工作，对所接金属物M的要求是：人手最容易触及，体积不可过大，且必须与大地保持良好的绝缘。

本装置工作稳定可靠，抗干扰性能强，并且十分省电（实测静态总电流小于0.2mA)，每换一次新干电池，一般可连续使用半年多时间。

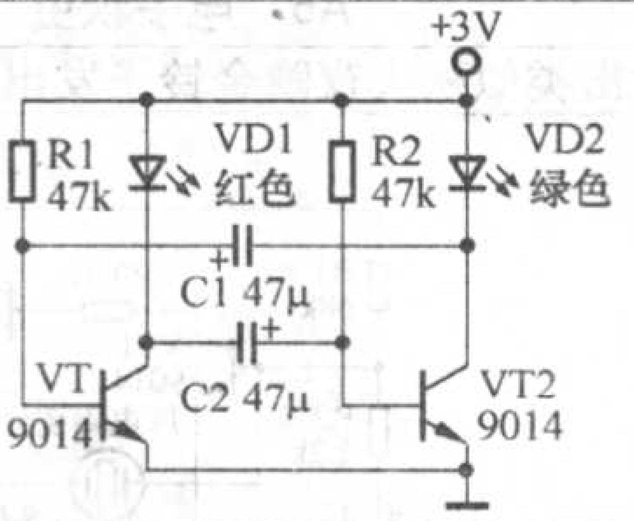
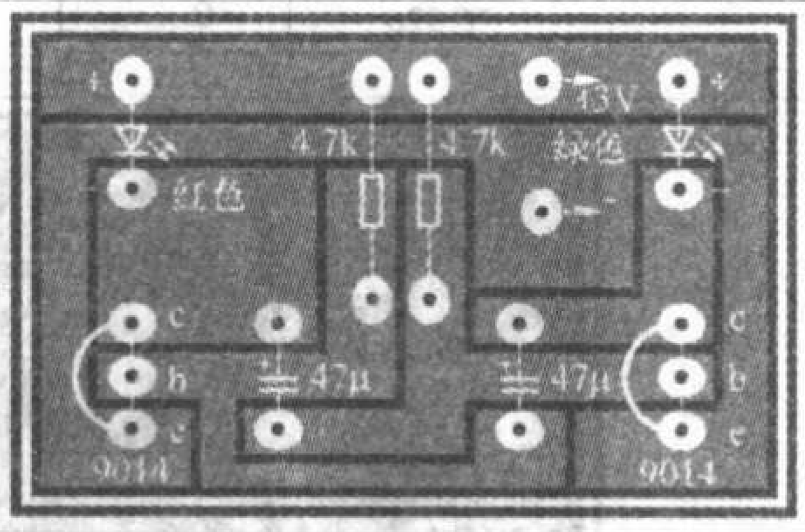
经典电子制作A系列(上)

文/周宝善

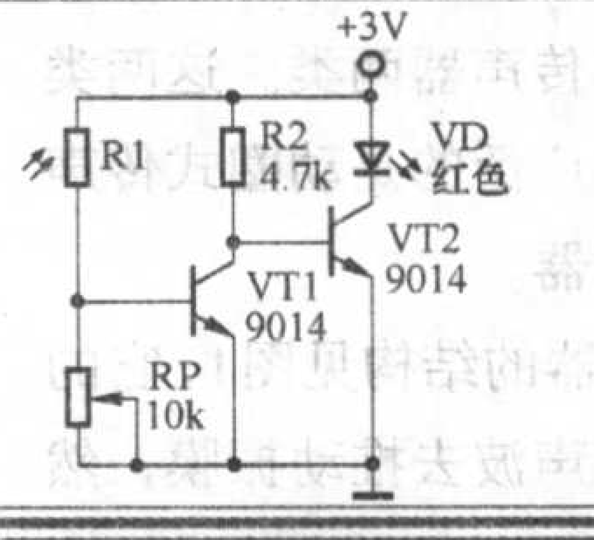
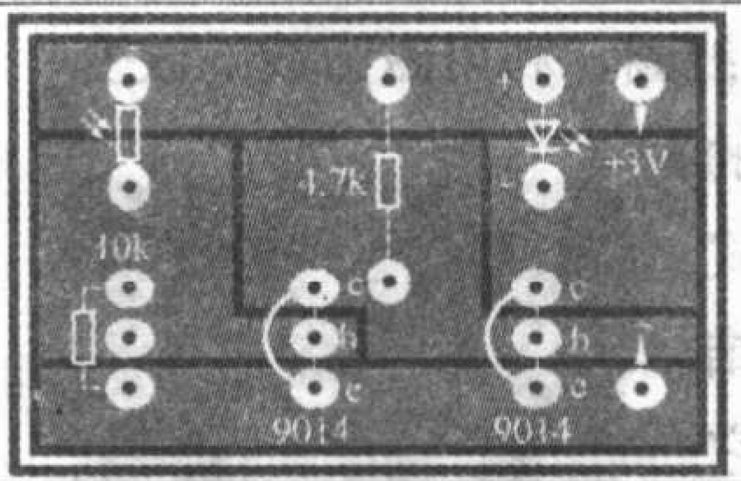
【编者按】 本刊“经典电子制作”系列专栏介绍的是北京市石景山区青少年活动中心高级教师周宝善多年来经过多次实践证明能确保实验成功之系列电子制作精品，属北京市校外“十五”重点课题《课外校外无线电科技活动项目活动内容活动模式的创新研究》成果之一。其最大特色在于：可成功地激发学习者学习无线电科技最佳兴奋点，能有效地培养青少年潜在的无线电、电子创作能力。

该系列共分ABCDE五大系列50种电子制作，本刊将陆续地进行介绍。其中ABC系列电子制作适用于无线电初级班学员学习使用，特点是十分简单，非常实用。DE系列电子制作适用于无线电中级班学员学习使用，特点是十分经典，颇具特色，制作难度较大，有些制作还需编写程序。实践表明这些电路很典型，易于学习，为学生举一反三留出宽广的应用空间，为学生持续发展做充分的铺垫。

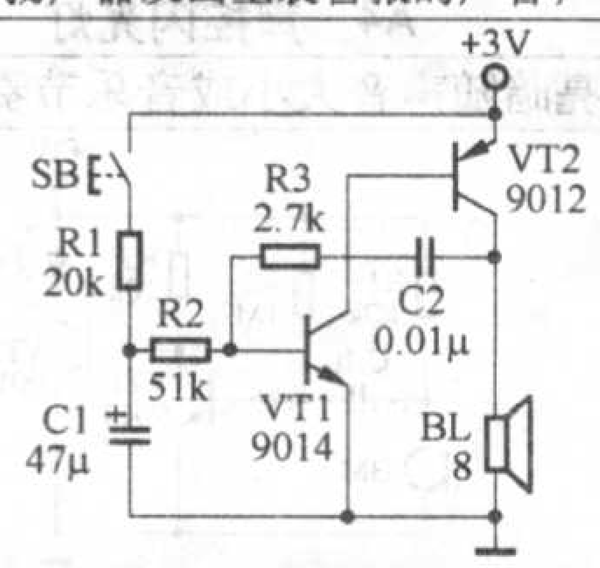
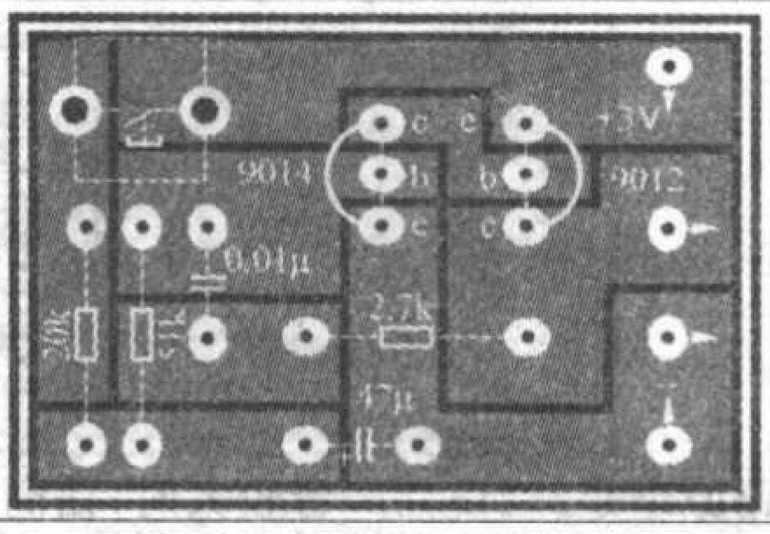
A1 红绿灯多谐振荡器

1	作用	红绿灯交替闪烁
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是：非稳态三极管放大电路，即多谐振荡器，电路中的两只三极管交替导通，因而红色发光二极管和绿色发光二极管交替闪亮。使用方法是：接通电源，将看到红色发光二极管和绿色发光二极管交替闪亮，适当增大R1、R2、C1、C2，振荡频率将变慢；反之，振荡频率将加快。此电路用于灯光装饰
5	元器件	(1) 9014三极管、电阻、电容均为普通元件 (2) 红色和绿色发光二极管为高亮度发光二极管

A2 可调光电开关

1	作用	(1) 当光线变暗时，发光二极管发光；反之，发光二极管熄灭 (2) 灵敏度可调
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是：当光线变暗时光敏电阻的电阻值将变得很大，VT1三极管截止，VT2三极管导通，发光二极管于是被点亮。使用方法是：调节电位器刚好让发光二极管由发光变熄灭，当光线变暗时，发光二极管将重新发光，当电位器电阻值变大时，需光线更暗时发光二极管才会发光。该电路广泛用于光电控制电路中，比如马路上两侧的路灯，白天自动熄灭，夜晚自动点亮
5	元器件	光敏电阻是一种半导体器件，两只脚没有正负极之分，其主要特点是：随着光线变暗，光敏电阻的电阻值将变得很大

A3 防空警报

1	作用	按下按钮开关，扬声器发出空袭警报的声音，可控制声音起伏节奏
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是：互补型三极管音频振荡电路，按下按钮开关，VT1三极管基极电压逐渐升高，扬声器发出频率升高的声音；反之，松开按钮开关，扬声器发出频率下降的声音，使用方法是：按下按钮，扬声器发声频率升高，松开按钮开关，扬声器发声频率下降，类似空袭警报的声音，起伏节奏可随意控制。此电路用于玩具发声
5	元器件	(1) 9014、9012三极管、电阻、电容、扬声器均为普通元件 (2) 按钮开关为轻触式按钮，按下两脚导通，松开两脚断开

浅谈传声器的技术特性、选择和使用

文/吴 伟

传声器俗称话筒、麦克风，是一种将声音信号转换为相应的电信号的换能器。传声器就其换能原理可分为永磁传声器和电容传声器两类。这两类传声器中应用最广泛的是动圈式传声器和电容式传声器。

动圈式传声器的结构见图1，它的工作原理是利用声波去推动振膜，然后振膜带动线圈，利用磁力线的改变产生微弱的电压。电容式传声器的结构见图2，它是利用电容间的距离改变而产生电压，去推动镀金的振膜，而电容的两块金属板的距离只要有些改变，就会改变话筒的输出电压，由于电容本身需要先供电，所以需要装电池。

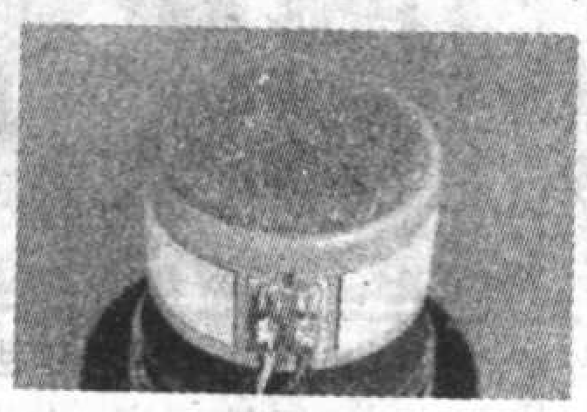


图1

图2

一、传声器的技术特性

传声器的技术特性反映着该传声器的质量好坏，其主要技术特性有灵敏度、频率响应、指向性、输出阻抗和最大容许声压级等。

1. 灵敏度表示传声器的声－电转换效率，也就是在自由声场中，当向传声器施加一个声压为1微巴（μ bar）的声信号时，传声器的开路输出电压就定义为传声器的灵敏度。动圈式传声器的灵敏度约0.22毫伏／微巴（−73分贝）；电容式传声器由于有内装前置放大器，所以灵敏度要高10倍左右，约为2毫伏／微巴。

2. 频率响应简称“频响”，它反映电声元件或声频系统在电信号和声信号的转换或放大过程中频率失真程度的一个重要指标。通常在恒定声压的不同频率声音作用下，传声器输出电压随频率而变化，常用频响曲线来表示。为获得较好音质，要求传声器的频率响应具有宽而平直的特性。

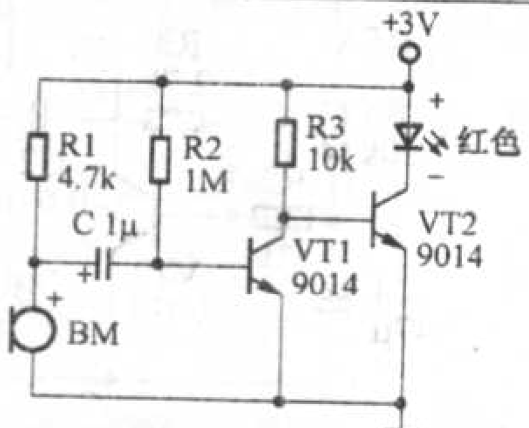
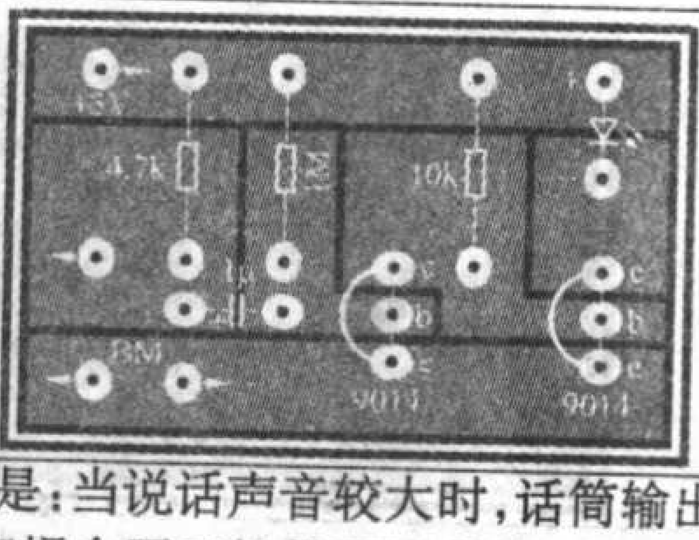
3. 指向特性是传声器灵敏度随声波入射方向变化的特性。指向特性又叫方向性。常见的五种主要指向特性的参数见附表。

4. 从传声器输出端测得的交流阻抗就是它的输出阻抗，以Ω为单位，一般以1000Hz时的阻抗定义为传声

附表

	无方向	双向（8字形）	心形	锐心形	超心形
跌落3dB的拾音角度	360°	90°	131°	105°	115°
跌落6dB的拾音角度	360°	360°	180°	141°	156°
90°的相对输出（dB）	0	–	−6	−12	−8.6
180°的相对输出（dB）	0	0	–	−6	−11.7
输出为零的角度	无	90°	180°	110°	126°

A4 声控闪光灯

1	作用	灯光的亮暗随声音大小或音乐节奏变化
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是：当说话声音较大时，话筒输出电信号强度较强，经电容耦合至三极管VT1电流放大，再经三极管VT2电流再次放大，于是发光二极管便被点亮。使用方法是：对着话筒说话或拍手，发光二极管闪烁不停，调整电阻R1阻值的大小，可改变话筒接收声音的灵敏度。此电路用于语音强弱显示，玩具声控灯光指示。
5	元器件	BM为驻极体话筒，它是一种半导体器件，它有两个焊盘，其中一个焊盘带爪，与外壳相连，为负极，另一个焊盘为它的正极，其主要作用是：将声音信号变成电信号，随着声音强弱不同，话筒输出电信号强度不同

A5 电子秋虫

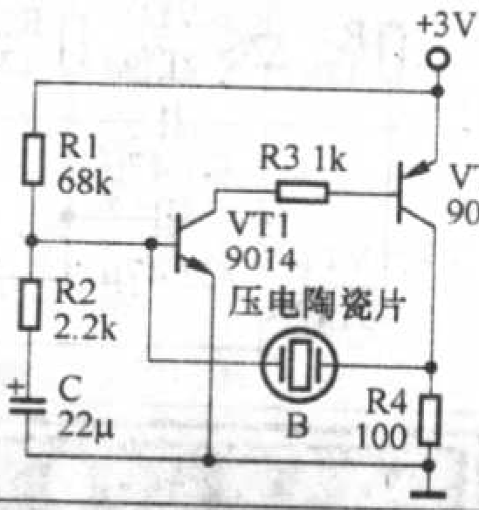
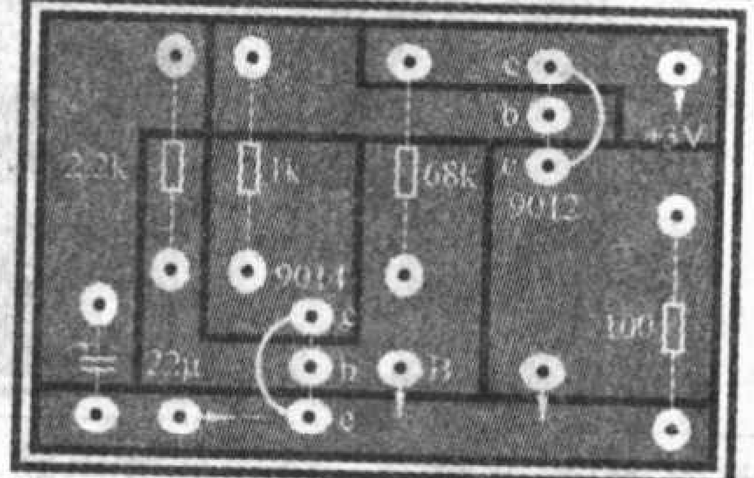
1	作用	能发出类似秋天夜晚金铃子发出的声音
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是：互补型三极管音频振荡电路，压电陶瓷片既是发声元件，又是反馈电容，焊接压电陶瓷片时要快些，且要轻些，以免烫坏镀银层面。使用方法是：通电后，压电陶瓷片能发出类似秋天夜晚金铃子发出的声音。此电路用于玩具发声或催眠
5	元器件	压电陶瓷片是一种电声器件，其原理是：将压电片接入振荡电路，陶瓷片两面因电压不断变化而发生幅度不断变化的微小形变，即振动发声

图3

器的输出阻抗值。传声器的输出阻抗可分为：低阻抗输出有50Ω、150Ω、200Ω、250Ω、600Ω；高阻抗输出通常有10kΩ、20kΩ、50kΩ等。专业用的高质量传输，一律用低阻抗输出方式，导线可长达50m。传声器在使用时当与调音台、放大器或录音机连接时，存在阻抗匹配问题。要注意它们与传声器的衔接不要求功率匹配，只要求电压匹配，电压匹配后的输出阻抗值高于传声器的输出阻抗值5～10倍。高质量传声器的输出阻抗为200Ω。

5．最大允许声压级是在强声压作用下，传声器输出会产生非线性畸变。通常以谐波畸变量0.5%为容许上限，称为传声器的最大容许声压级。一般专业用传声器的最大容许声压级都达到110dB以上。

二、传声器的选择

1．根据使用的环境

室外使用传声器主要考虑应携带方便，使用简便，传声器要耐震、耐高温、高湿度和抗风扰动能力强。一般选择动圈式（或射枪式）、强指向性传声器（见图3）。在室内，由于不必考虑声反馈的问题，所以应选择技术指标高的电容式传声器和高档的动圈式传声器。在室内会场、剧场、电影院里因有扩声设备，为了抑制声反馈，一定要选择频响曲线平直、有指向性的传声器（如心形或超心形），也就是在扩音系统中，一般来说应选择灵敏度低、频响要求平直、心形的动圈式传声器。

2．根据不同的声源

语言声的录制可用普通的动圈式传声器，音乐声的录制应选用高档的动圈式传声器或电容式传声器。因为音乐声的频谱宽广，而语言声的频谱相对窄些。打击乐器的声压大，录制时选取动圈式传声器。对于管弦乐等声音比较纤细，录制时选取电容式传声器比较适宜。

3．根据使用的目的

对于较大范围的实况录音或某个座谈会的声音拾取，应使用大面积振动膜无指向性的传声器。音乐会、体育比赛等嘈杂现场的语音拾取，则主要强调指向性强，一般应采用超心形或超指向传声器，且要有较高的最大输入声压级（>100dB）或带衰减开关的传声器。对于某个特定的声乐、乐器或某人物采访、新闻播音时，选用频响范围在40～15000Hz或更宽，指向性一般为心形或超心形，既可以是动圈式，也可以是电容式的传声器。对于一些诸如专业演讲或歌唱等的人声拾取，除需要较宽的频率范围外，要考虑的另一个主要性能是最大输入声压级是否符合要求，一般要求大于120dB的传声器。对于室外远处清晰人声的录制，应选用强指向性的射枪式传声器。如果对于录音音质不是十分讲究，选用无指向性传声器既容易又稳妥。

三、传声器的使用

传声器依照使用用途的不同可分为手握式、悬吊式、领夹式、置地式等，依照接收方式又可分为有线与无线两种。使用传声器时还应注意：

1．专用的屏蔽电缆线

用专用的屏蔽线可以减少传声器周围外来电磁场的干扰。导线与传声器的连接通常为平衡式，这种线是由三个端子所构成，即2(+)、3(−)、1(地)（见图4），这种连接方式一般不会有噪声、磁场干扰等问题，两边都是平衡式端子的系统通常可以连接30m而不致出现干扰。

图4

2．传声器的防震

在使用传声器时一定要轻拿轻放，避免传声器受大震动时过载，致使传声器在结构上破坏和性能指标下降。因此，在试音时要用讲话来确定传声器的工作状态，切忌用手敲击或对传声器使劲吹气。

3．传声器的防风

传声器在有风的环境中工作时，大风能使振膜产生机械疲劳。同时风流能引起很强的风噪声，对声音的录制极为不利。在室外使用传声器时，传声器都应加防风罩。一时没有防风罩的情况下，可以包上一块手帕来应急。

4．传声器的布置

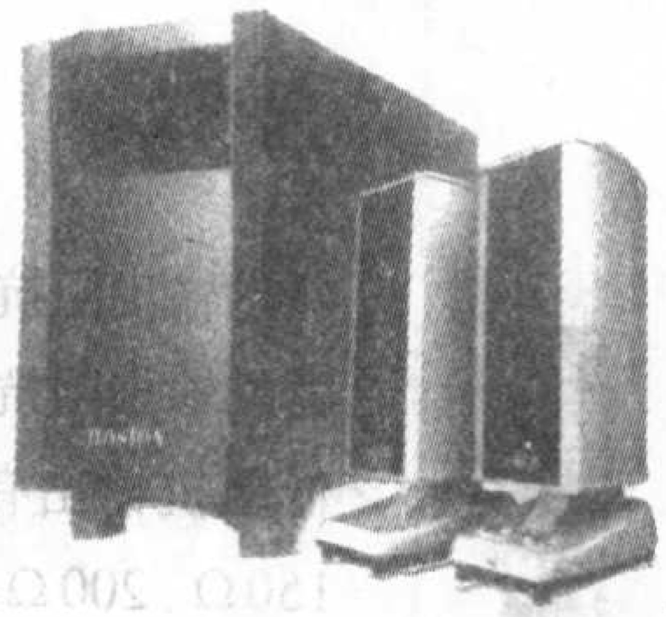
使用传声器时，确定传声器到声源的距离、高度十分重要。传声器与声源的距离决定传声的效果，对声音的音色、音响效果有着直接的影响。一般说来，对于使用无指向性传声器采用近距离（20cm左右），对于心形或超心形的传声器距离应稍远。射枪式传声器应采用远距离。心形指向性的传声器的不失真有效距离是无指向性传声器的1.7倍，锐心形是无指向性的2倍。

传声器的高度没有像距离那样有明显的倾向，但传声器的高度改变时，声音也有较大的改变。一般说来传声器的高度应保证传声器的主轴线对准声源的发声部位。

传声器使用时还要注意其近距离效应，在同一个会场上使用多个传声器时要注意其相位，也就是多只传声器拾音时，传声器间的距离应至少等于声源到传声器距离的3倍。当使用一对传声器拾取单人单声时，两传声器间距远远小于传声器到声源的距离。

道盛DS-3208型Hi-Fi有源音箱简介

文/周继征



在中国（成都）视听·娱乐电子博览会／第三届家用视听暨专业音响器材展示会上，道盛DS-3208型Hi-Fi有源音箱获得专家组的“一致好评”。

一、扬声器

高音扬声器要求音膜轻、薄、坚挺，这里采用了特殊涂敷的透明丝绢膜，它产生的高音纤细、明亮、清晰。

中音采用普通34英寸彩电常用的8cm × 13cm椭圆形扬声器，它的性能优于ϕ10cm圆形扬声器，并且中音洪亮、圆润。由于承受功率较大，使用了大型磁钢和ϕ20mm的大音圈，所以比普通扬声器质量更好。

低音扬声器音盒采用先进的羊毛与木纤维混合的麻点涂胶松压盒，即使阴雨天也不会受潮。由于采用长冲程设计，音盆振幅15mm时，音圈仍处于夹板的磁场之中，维持了阻抗不变，极大地减少了失真。低音扬声器由于受箱体宽度的限制，又要求瞬态特性好，采用了5.25英寸口径，为提高效率，其磁钢大小与普通10英寸扬声器相当。

本机3种扬声器均为双磁钢防磁、长冲程、铝骨架音圈、对称磁路设计，所以灵敏度高、承受功率大、失真小（图1）。全机使用了2只高音、2只中音、1只低音扬声器。

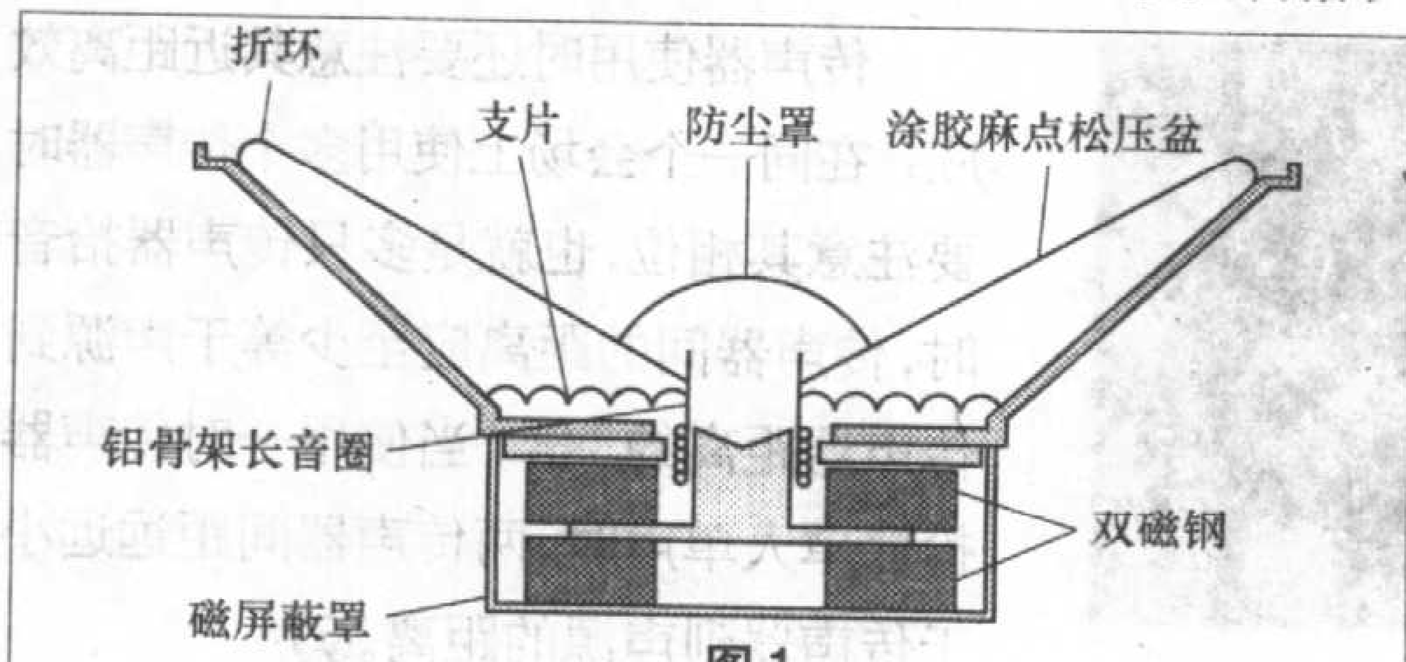


图1

二、音箱结构

这款音箱的中、高音箱和低音箱彻底分开，杜绝了低音振动对中、高音扬声器的影响。中、高音扬声器置于两侧面为圆弧形的铝合金外壳之中（图2），其内、外共有18条加强筋，极大地提高其刚性，减小了放音时箱体的振动，并且使箱内反射声波对音盆的影响减至最小，由于音染的减小，提高了放音的清晰度。

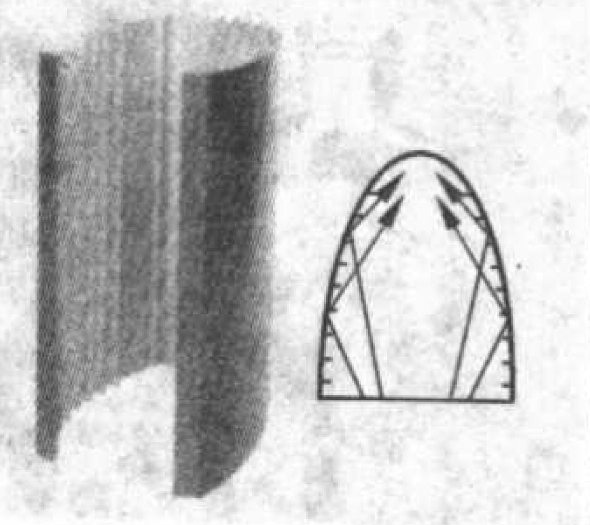


图2

高音扬声器面板做成和专业音响一样的锥形（图3），使高音更集中于前部，定位感有进一步提高。音箱外网一改涤纶纱设计而是钢板冲方孔烤漆，不但易清洁而且透气性更好（图4）。

本音箱倒相孔在音箱的底盖上（图5），且加有导向小圆锥，通过桌面反射，提高了1～2kHz声音的放音效率。

低音箱的设计采用了传输线式结构，小音量放音时，低音有过人的表现。这种结构展开后相当于一个2m长的大号角，在长长的管道中，由于空气弹簧作用，使管道开口处幅射出频率极低的声波，经计算，要得到40Hz的谐振频率，管道的长度为2.15m。另一部分声波由扬声器向下经声音分配环片，由地面反射至四面八方。如不加分配环片，扬声器声波由地面反射至音盆，会引起失真。这种结构可以使声音向下延伸一个8度音，低音更干净、利落，大大减少了音染和失真，低音收、放自如，没有松软或混浊感。

图3

图4

图5

三、电路

本机左、右声道各用一只常见的TDA2030A集成功放组成OCL电路，其优点是优质、可靠，有过热、过流保护功能，在±17V的电压下工作，可以输出8W的正弦波不失真功率。其频响及失真均优于OTL电路。低音则由2只TDA2030A组成BTL电路，输出正弦波不失真功率为32W。由于人耳的听音灵敏度在低音频段小于中、高音频段，故低音频输出功率比中高音频输出大一倍左右，才能使整个音频段听音比较平衡。

本机放大电路装在右音箱中，利用铝外壳散热，还起到屏蔽作用，经电脑测算，散热面积达20cm × 90cm，较常规TDA2030A的散热器面积大四倍左右。实测温升小于28℃，工作时尽管电压稍高，但温升较低，故可长期、安全地工作。

四、电源

本机使用高档音响常用的环形变压器，它内阻小，空载电流小，不易发热，具有极好的防电磁干扰性能，开机听不到任何噪声。由于它内阻小，可以保证大信号时压降小，从而减小失真。为杜绝变压器对电视机或显示器的电磁干扰，本机变压器置于低音箱中，使之距离最远。

本机供货信息见本期第69页广告。

学·做·用

太阳能庭院灯

文 / 张晓东

太阳能是取之不尽，用之不竭的能源。太阳能电池以无污染、寿命长、使用维护简便和性能可靠等优点，越来越受到人们的喜爱。

动手制作一盏太阳能庭院灯，把它布置在庭院或花园中，用于夜晚的弱光照明并装饰环境，既新颖有趣、又美观实用。通过制作，你还可以掌握和了解有关太阳能电池的基本知识，拓宽视野，为进一步开发和利用太阳能打下基础。

一、工作原理

太阳能庭院灯的电路如图1所示，它由太阳能电池板BP、镍氢电池GB、超高亮度发光二极管VD2以及晶体三极管VT1、VT2等构成的光控开关电路组成。

白天，太阳光照射到太阳能电池板BP上，BP表面即发生光伏效应，其两端输出一定功率的电能，通过隔离二极管VD1后，给镍氢电池GB充电。此时，并接在BP两端的分压电阻器R1、R2亦有电流通过，R2两端电压降大于0.65V，晶体三极管VT1获得合适偏流而导通，VT2因基极和发射极被VT1短路而处于截止状态，超高亮度发光二极管VD2无电不发光。夜晚，太阳能电池板BP因无光照射而停止输出电能，VT1失去偏压而截止，VT2通过R3从镍氢电池GB两端获得足够偏流而导通，VD2即通电自动发光。

以上过程周而复始，镍氢电池GB

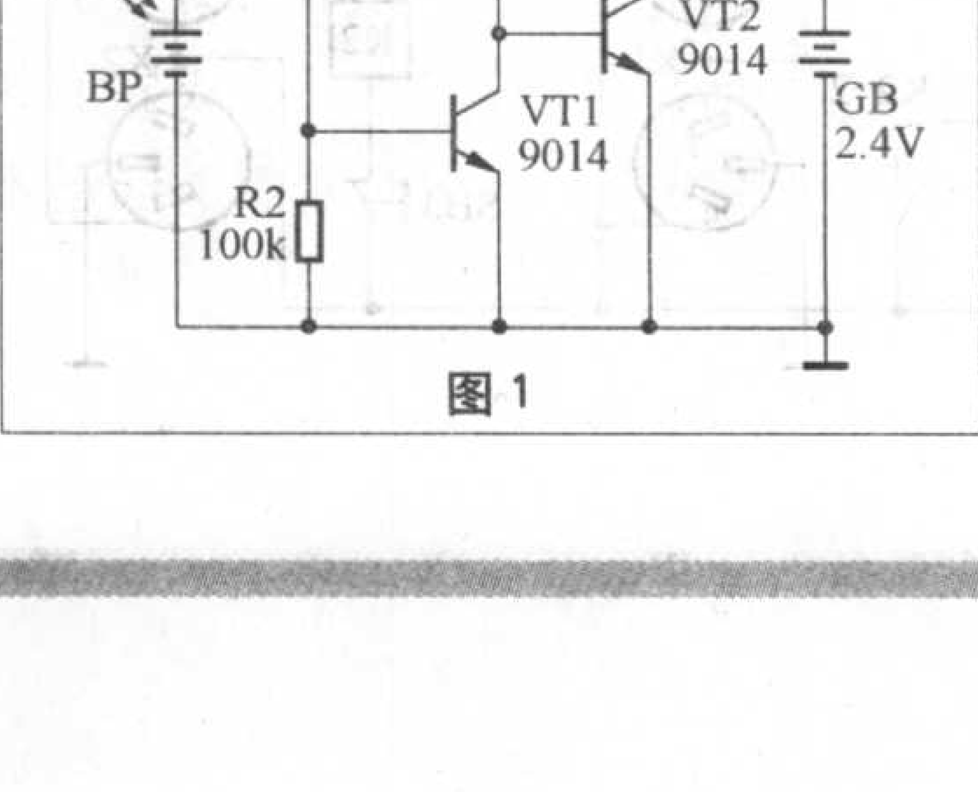


图1

白天被充电、夜晚自动放电，超高亮度发光二极管VD2则白天熄灭、晚上点亮，实现了无人控制自动照明。

电路中，太阳能电池板BP既作为光－电转换器件为镍氢电池GB充电，又作为光传感器控制电子开关电路工作，一物两用，简化了电路，降低了成本。VD1为隔离二极管，它只允许BP对GB充电，不允许GB通过BP放电（无光照时），更不允许GB通过分压电阻器R1和R2放电，使光控开关电路失效——VD2永远无法点亮。

二、元器件选择

BP选用开路电压4.56V、短路电流达70mA、外形尺寸为60mm × 60mm × 3mm的单晶硅太阳能电池板，其外形如图2所示。该产品由8片面积为52mm × 5.5mm的单晶硅片串

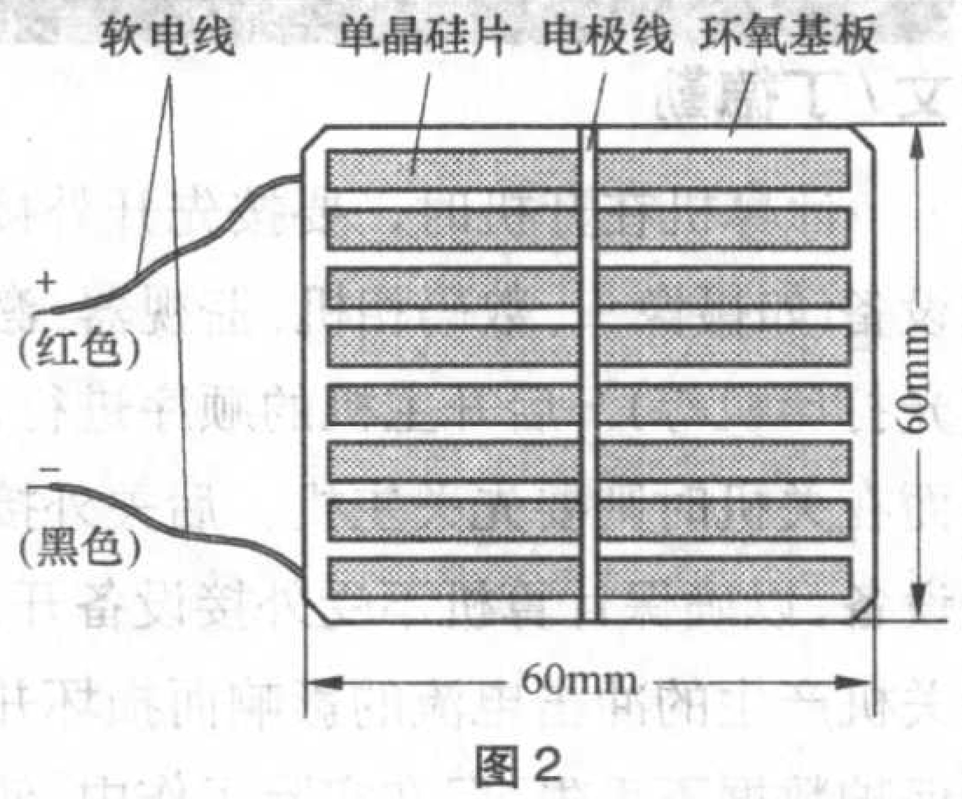


图2

联组成，出厂时已贴附在环氧基板上，并在表面封涂了一层多酚树脂加以保护；板的背面引出两根塑料软电线，其中红色为电池的正极引线，黑色为电池的负极引线。一般来讲，其他尺寸或规格的太阳能电池板，只要开路电压达到4.5V、短路电流达到70mA，均可直接代用。

太阳能电池板的功率输出能力与其面积大小密切相关，面积越大，在相同光照条件下的输出功率也越大。太阳能电池板的优劣主要由开路电压和短路电流两项指标来衡量。业余测试方法是：将太阳能电池板放在太阳光直射的环境下，用万用表测出两端输出电压，即可认为是开路电压；再将万用表直接跨接在太阳能电池板两端测出输出电流，即认为是短路电流。

晶体管VT1、VT2均选用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta \geqslant 100$。

VD1用1N4148型硅开关二极管；VD2宜用ϕ 5mm或ϕ 10mm散射型超高亮度黄色发光二极管，其典型正向工作电压为1.8V～1.95V（工作电流为20mA时测试），最大工作电压为2.5V，外形和引脚极性识别方法跟普通发光二极管完全一致。需要说明的是：超高亮度白色发光二极管不适合在这里应用，因为它的典型工作电压高达2.8V～3.6V，而镍氢电池GB的供电电压只有2.4V，所以将白色发光二极管接入电路后是不会被点亮发光的。

R1～R3全部采用RTX–1/8W型碳膜电阻器。GB用两节HR6型(5号)、1.2V、600mAh镍氢电池串联而成，为方便安装应配上合适的塑料电池架。GB也可用两节5号、600mAh的镍镉电池串联组成，但由于镍镉电池存在较为严重的记忆效应，实际使用效果远不如镍氢电池。

三、制作与使用

图3所示为该太阳能庭院灯的印制电路板接线图。印制电路板实际尺寸约为55mm × 20mm，可用刀刻法制作。

整个电路参照图4所示，装入经过

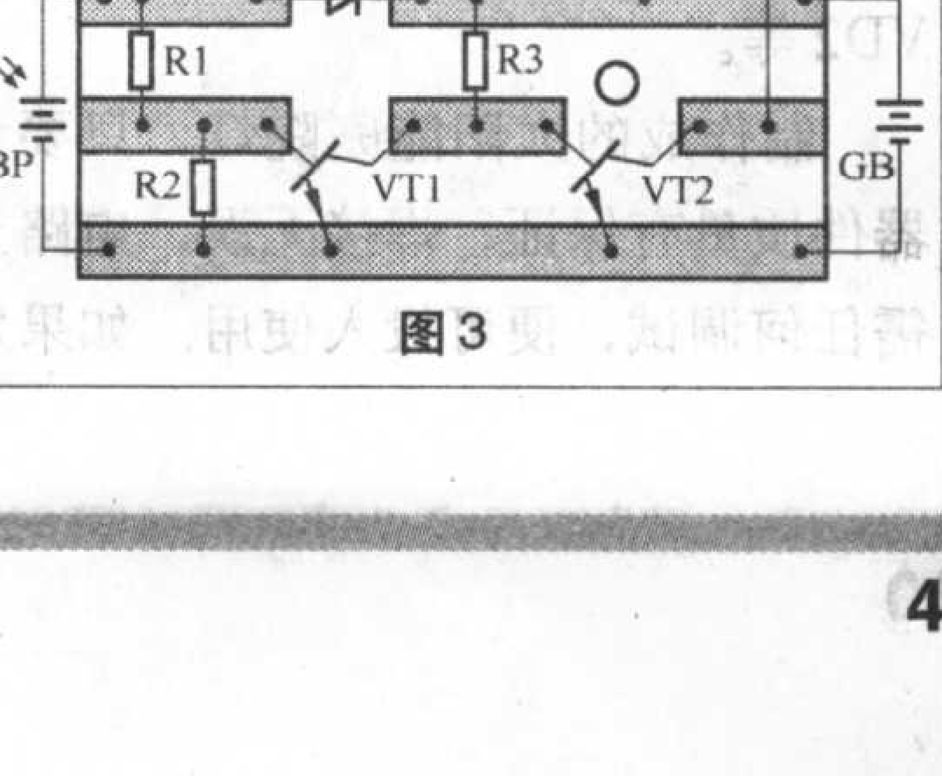
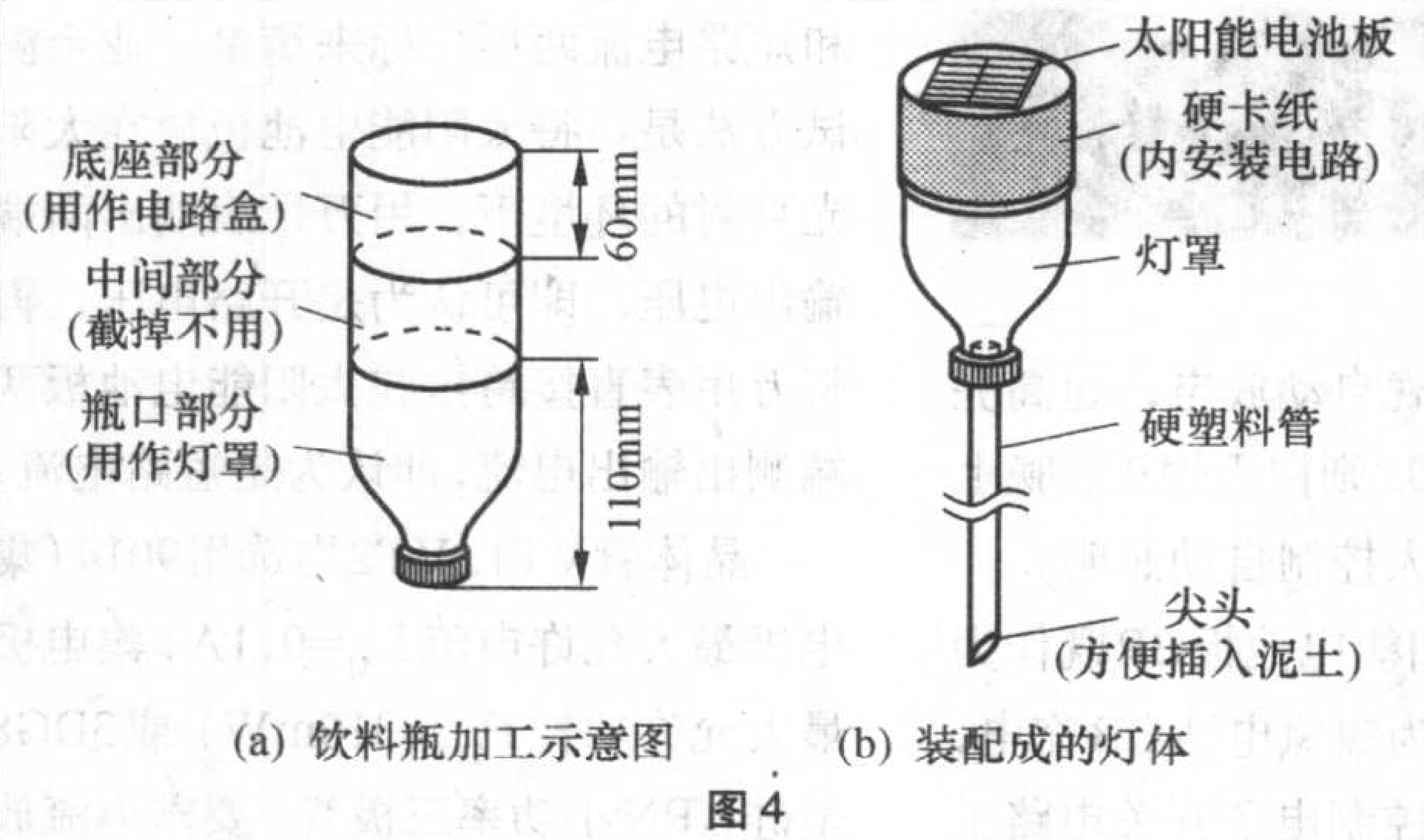


图3

初学者园地 Start Line



(a) 饮料瓶加工示意图　(b) 装配成的灯体

图4

加工改造后的白色透明塑料饮料瓶中。笔者制作时采用的是容量为1.5升的"汇源牌"蜜桃汁饮料空瓶，具体做法是：首先，按图4 (a) 所给的尺寸，截掉瓶体中间一段不用，使保留的瓶底部分能够正好套在瓶口部分；然后，取ϕ85mm、有一定厚度的塑料板，在它的同一面上固定好带塑料电池架的镍氢电池GB和电路板，并以塑料板为固定体，将它们用强力胶或热熔胶（可直接用电烙铁加热）粘固在饮料瓶的底座腔内，太阳能电池板BP则用强力胶粘固在底座外面，其两根引线直接与底座腔内的电路板相连；最后，将饮料瓶的底座部分套在瓶口部分，并在瓶口接上长约60cm的一段硬塑料管或金属管即成。

装配时要注意，为了防止雨水浸湿内部电路板，太阳能电池板BP的四周及其引线入口处应全部用热熔胶密封起来。太阳能电池板BP不能直接装入灯罩内，是因为塑料灯罩对光线具有反射和吸收作用，会影响太阳能电池的转换效率。另外，为了美观，可在灯罩顶部（即饮料瓶底座部分）的内壁粘上一圈宽约40mm的有色硬卡纸，使人从外边看不到里面的电路板、镍氢电池GB和超高亮度发光二极管VD2等。

制作成的太阳能庭院灯，只要元器件质量有保证，焊接无误，电路无需任何调试，便可投入使用。如果发生天空还没有完全黑或阴雨天灯就亮的现象，可通过适当减小电阻器R1的阻值加以调整；反之，如果天黑了灯还不亮，可通过适当加大R1的阻值加以调整。如果灯始终发光，说明不是晶体三极管VT1的引脚接反，便是所用管子的电流放大系数β值太小，应予以纠正或换用β值大的管子；如果灯始终不发光，可重点检查晶体三极管VT2、超高亮度发光二极管VD2的引脚是否接反，电阻器R3是否开路等。

该太阳能庭院灯发光时工作电流实测约为20mA。一般晴天充上电后，连续照明一个晚上是没有任何困难的。在连续晴天后遇到一天阴雨天，可正常照明不中断；如果遇到数日阴雨天，镍氢电池GB会充电不足，当它供电电压下降至2V以下时，超高亮度发光二极管VD2会自动停止发光，从而避免了镍氢电池GB过放电。实验证明，镍氢电池GB充足电后，可连续点亮VD2长达30小时。

使用时，将太阳能庭院灯插在院子或花园、草坪的泥土上，注意避开遮挡太阳光的物体或花木，做到白天太阳光尽可能长时间的直射到灯顶面的太阳能电池板即行。由于太阳能电池板上落有灰尘时，会影响光－电转换效率，还要定期做好清洁工作。

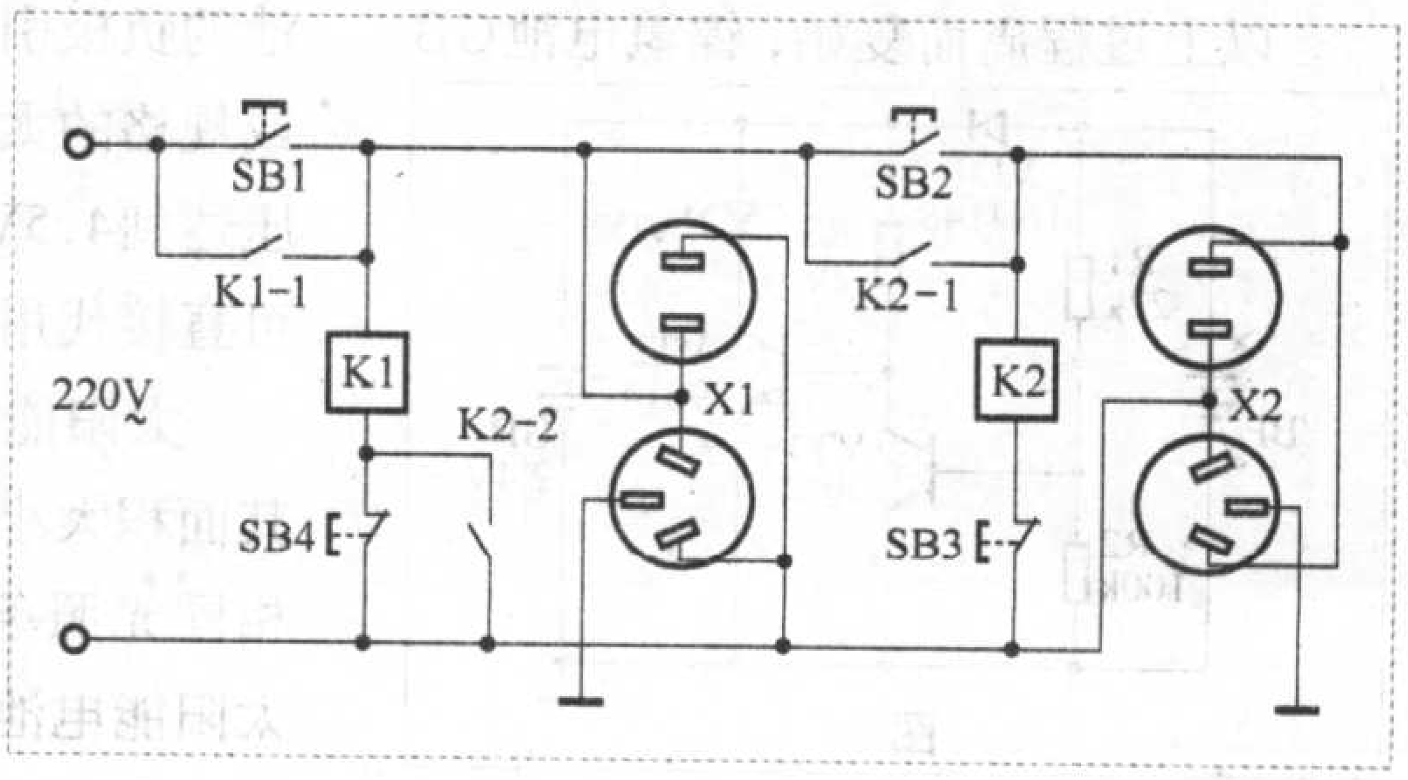
计算机按钮控制式附加电路

文 / 丁德勤

计算机在开机时，要按先开外接设备(如摄像头、数码相机、监视器、激光打印机等)、后开主机的顺序进行，而在关机时则要先关主机、后关外接设备，以确保计算机不受外接设备开、关机产生的冲击电流的影响而损坏并保护数据不丢失。但在实际工作中，使用者难免会将开／关机顺序搞错，造成人为故障。这里介绍一个简易实用附加电路，可确保计算机不会出现错误的开／关机顺序。如开／关机顺序错误，电路不会动作，可有效避免不必要的人为故障而造成数据丢失等现象。

按钮控制式附加电路原理图见附图。其中K1、K2是两只220V交流小型继电器（任何一种型号均可），X1和X2分别是外接设备和计算机的插座。开机时，先按下启动按钮SB1，K1-1吸合，外设插座X1得电；再按下SB2，K2-1吸合，计算机插座得电。显然，本装置只有先按SB1，然后按SB2才有效。不过使用本装置的计算机及外接设备的电源开关事先应处于接通位置，他们的开机由开机按键SB1、SB2完成。

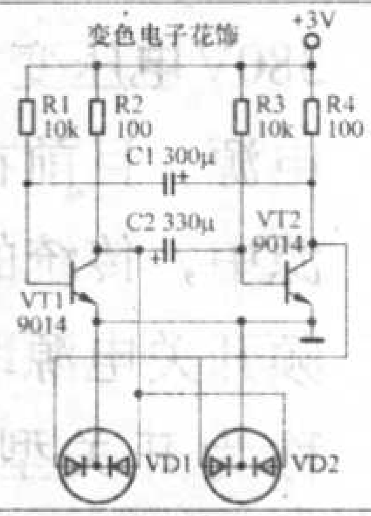
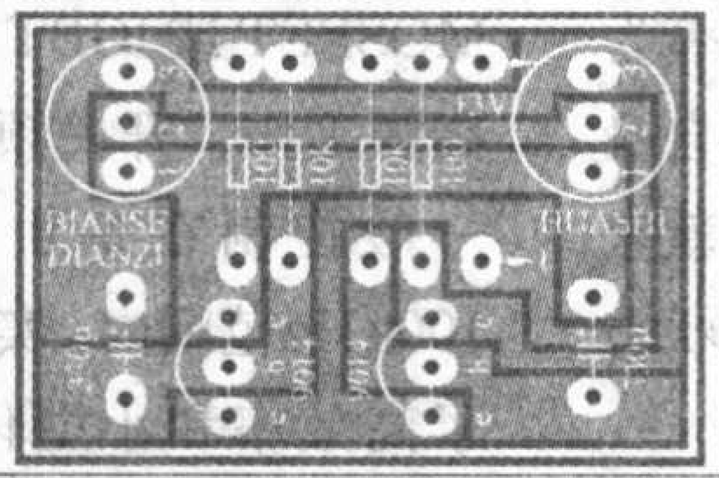
K2吸合后，其常开触点K2-2闭合，将关机按钮SB3短接，因此，关机时，必须先按SB3使K2释放，计算机断电，K2-2断开，再按SB4方可使K1释放，外设断电。由此便达到了先开外设、后开计算机，先关计算机、后关外设的目的。



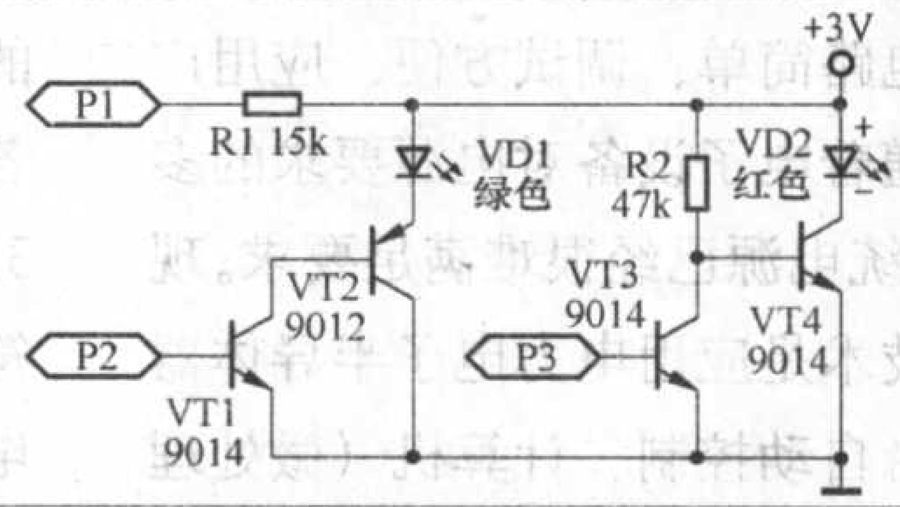
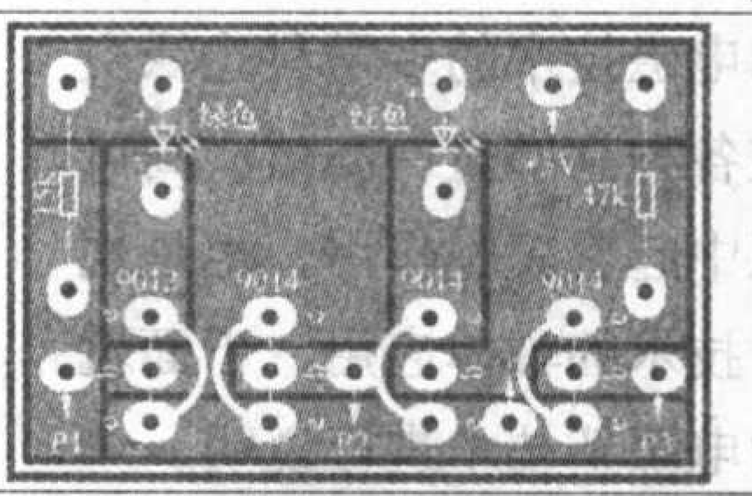
经典电子制作A系列(下)

文/周宝善

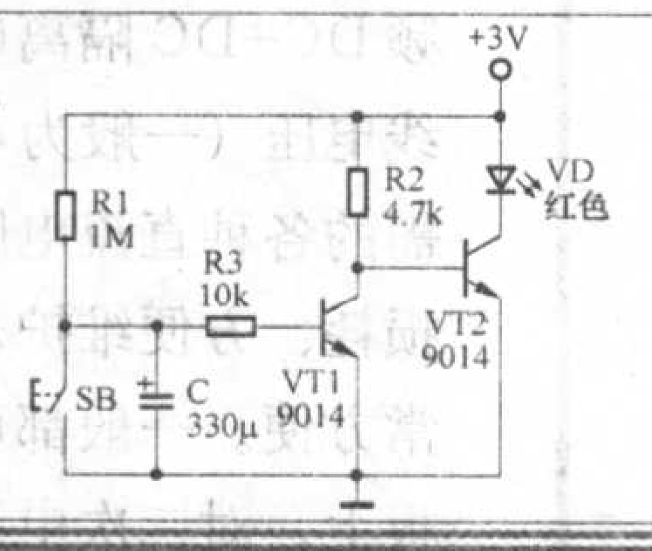
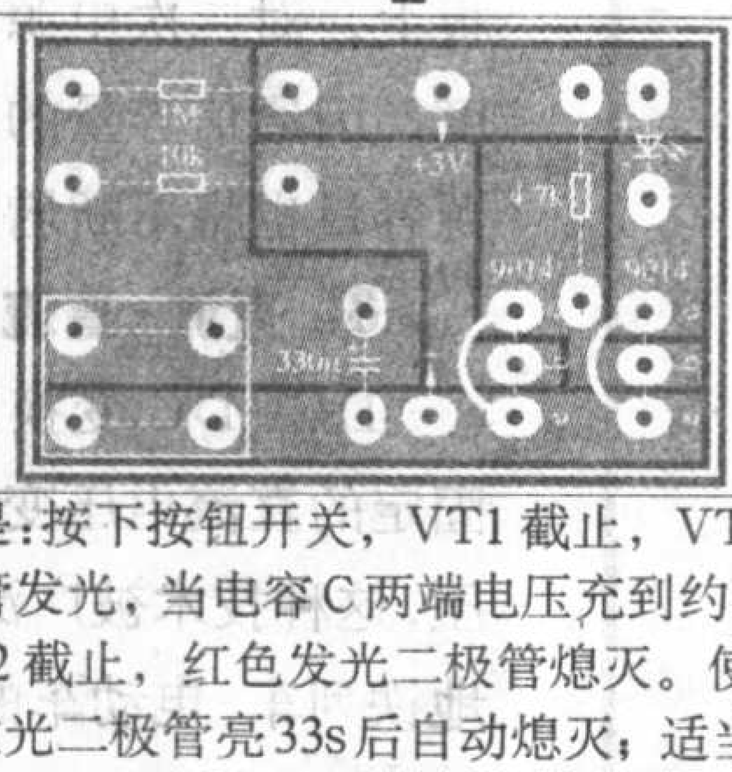
A6 变色电子花饰

1	实验效果	两只双色二极管能自动地从红色变为绿色，再由绿色自动地变为红色。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	该电路是非稳态三极管振荡电路，即多谐振荡器，电路中的两只三极管交替导通，因而双色二极管能自动地从红色变为绿色，再由绿色自动地变为红色。 使用方法是：接通电源后，将看到双色二极管能自动地从红色变为绿色，再由绿色自动地变为红色，适当减小R1、R3、C1、C2，变换频率将加快；反之，变换频率将减慢。可用于玩具灯光装饰。
5	元器件	(1) 9014三极管、电阻、电容均为普通元器件； (2) 双色二极管为共阴极双色二极管，中间脚为阴极，两侧分别为发红光阳极与发绿光阳极，制作前可用3V电源串接100Ω电阻试验，以确定谁是发红光阳极与谁是发绿光阳极。

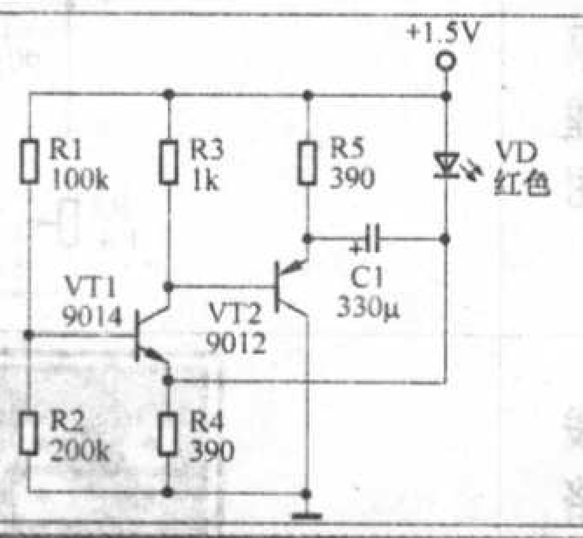
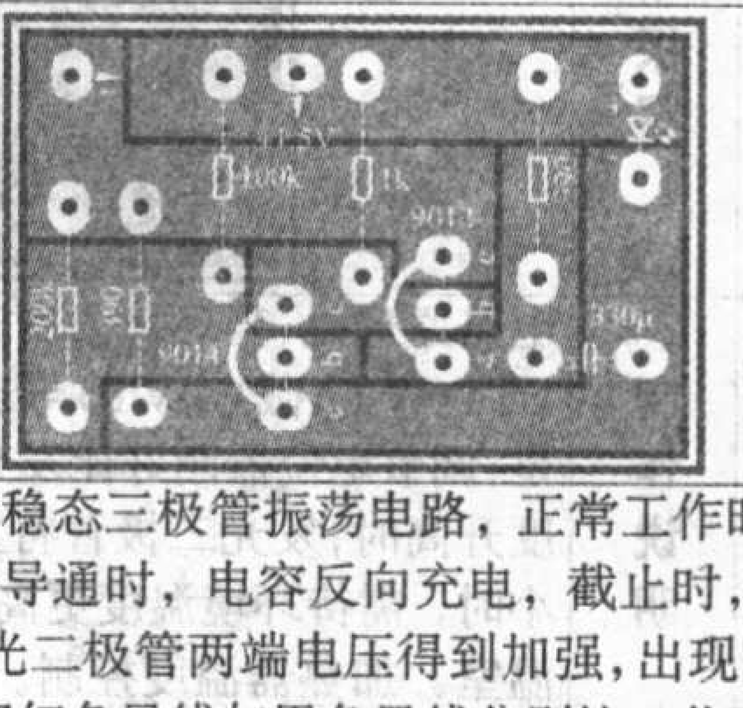
A7 植物缺水报警器

1	实验效果	当探测土壤缺水时，红灯亮；反之，绿灯亮。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是： 植物的泥土缺水时，P1与P3之间电阻很大，VT3截止，VT4导通，故红灯亮，反之，植物的泥土有水时，P1与P2之间电阻很小，使VT1与VT2导通，故绿灯亮。使用方法是：将探针P1、P2、P3插入植物泥土里，缺水红灯亮，有水绿灯亮；用于开路、短路、植物缺水测试。
5	元器件	(1) 9014、9012三极管、电阻均为普通元器件； (2) 红色与绿色发光二极管均为高亮度发光二极管。

A8 电容定时器

1	实验效果	按下按钮，发光二极管亮33s后自动熄灭。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是：按下按钮开关，VT1截止，VT2导通，红色发光二极管发光，当电容C两端电压充到约0.7V时，VT1导通，VT2截止，红色发光二极管熄灭。使用方法是：按下按钮，发光二极管亮33s后自动熄灭；适当增大R1、C，可延长定时时间。用于定时提醒、节约用电。
5	元器件	(1) 9014三极管、电阻、电容、开关均为普通元器件； (2) 红色发光二极管为高亮度发光二极管。

A9 电池电量测试仪

1	实验效果	当被测电池电压高于1.4V时，发光二极管闪亮。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	该电路是非稳态三极管振荡电路，正常工作时，当电路中两只三极管导通时，电容反向充电，截止时，电容正向充电，红色发光二极管两端电压得到加强，出现闪亮现象。使用方法是：将红色导线与黑色导线分别接一节干电池的正负极，红色发光二极管闪亮，说明被测电池电压高于1.4V，反之，电压不足。用于干电池电量的快速测试。
5	元器件	(1) 9014、9012三极管、电阻、电容均为普通元器件； (2) 红色发光二极管为高亮度发光二极管。

现代电源技术的发展

文/张少利 段现星

电子电路中使用的电源大多是晶体管串联型稳压电源和开关电源，这种电源电路简单、调试方便、应用广泛。但随着电子设备对电源要求的多样化，传统电源已经很难满足要求。现代电源技术是应用电力电子半导体器件，综合自动控制、计算机（微处理器）技术和电磁技术的多学科边缘交叉技术。在各种高质量、高效、高可靠性的电源中起着关键作用，也是现代电力电子技术的具体应用。下面就几种常用的电源新技术进行说明。

1. 计算机高效率绿色电源

计算机技术的发展，提出了绿色电脑和绿色电源。绿色电脑泛指对环境无害的个人电脑和相关产品，绿色电源系指与绿色电脑相关的高效省电电源。台式个人电脑或相关的外围设备，在睡眠状态下的耗电量若小于30W，就符合绿色电脑的要求。提高电源效率是降低电源消耗的根本途径。就目前效率为75%的200W开关电源而言，电源自身就要消耗50W的能源。图1为一款家用电脑的高效绿色电源，在待机状态下它的耗电量小于30W。

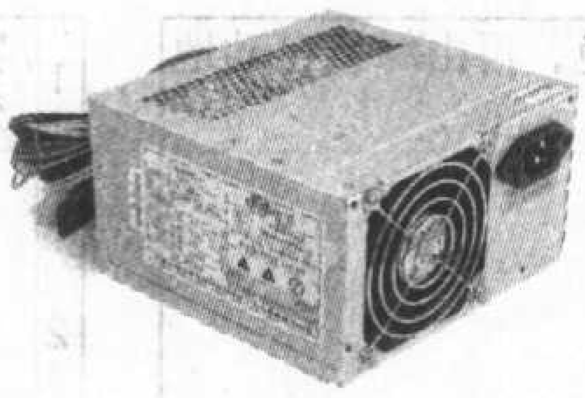


图1

2. 通信用高频开关电源

通信业的迅速发展极大地推动了通信电源的发展。高频小型化的开关电源已成为现代通信供电系统的主流。在通信领域中，通常将整流器称为一次电源，而将直流－直流（DC−DC）变换器称为二次电源。一次电源的作用是将单相或三相交流电网220V/380V电压变换成标称值为48V的直流电源。目前在程控交换机用的一次电源中，传统的相控式稳压电源已被高频开关电源取代，高频开关电源（也称为开关型整流器SMR）通过MOSFET或IGBT的高频工作，开关频率一般控制在50～100kHz范围内，实现了高效率和小型化。近几年，开关整流器的功率容量不断扩大，单机容量已从48V/12.5A、48V/20A扩大到48V/200A、48V/400A。图2为一台程控交换机用的高频小型开关电源。

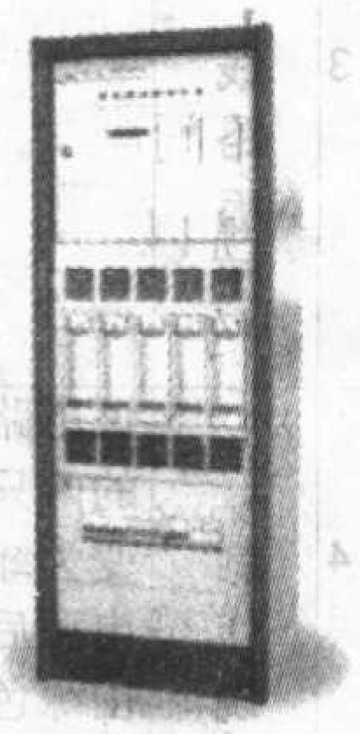


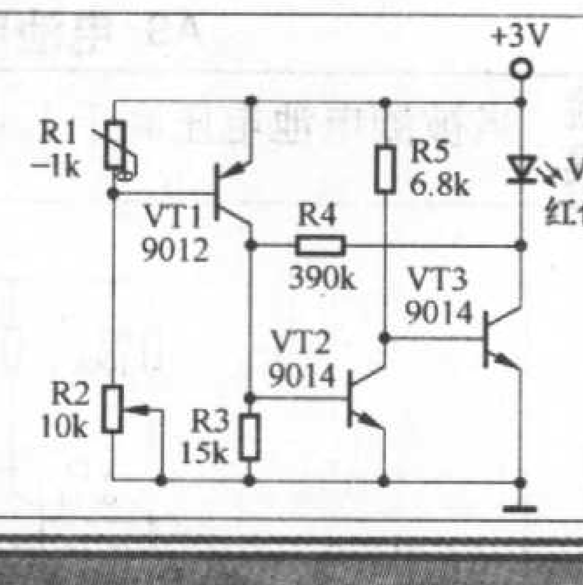
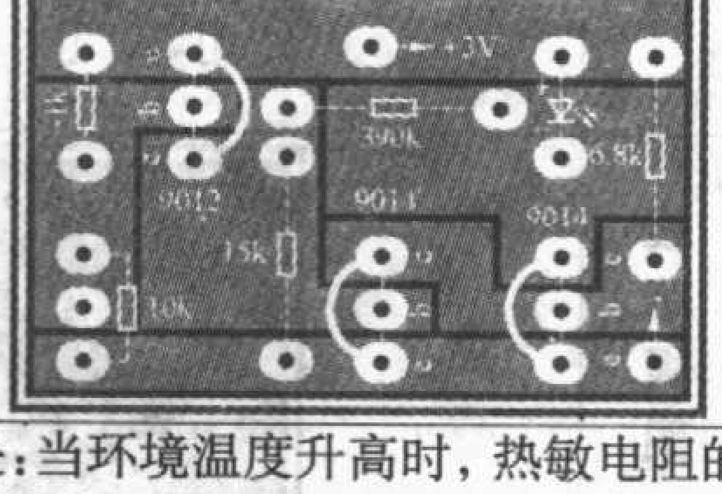
图2

因通信设备中所用集成电路的种类繁多，其电源电压也各不相同，在通信供电系统中采用高功率密度的高频DC−DC隔离电源模块，从中间母线电压（一般为48V直流）变换成所需的各种直流电压，这样可大大减小损耗、方便维护，且安装和增加都非常方便。一般都可直接装在标准控制板上，对二次电源的要求是高功率密度。因通信容量的不断增加，通信电源容量也将不断增加。

3. 直流-直流（DC-DC）变换器

DC−DC变换器的作用是将一个固定的直流电压变换为可变的直流电压，这种技术被广泛应用于无轨电车、地铁列车、电动车的无级变速和控制，同时使上述控制获得加速平稳、快速响应的性能，并同时收到节约电能的效果。用直流斩波器代替变阻器可节

A10 可调温控开关

1	实验效果	当温度升高时，发光二极管发光；灵敏度可调。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理是：当环境温度升高时，热敏电阻的阻值将变小，VT1、VT2截止，VT3导通，发光二极管被点亮。使用方法是：调节电位器刚好让发光二极管由发光变熄灭，当环境温度升高时，发光二极管将重新发光，当电位器R2电阻值变小时，需待环境温度更高些发光二极管才会发光。可用于温室、加热器温度控制。
5	元器件	R1为负温度特性热敏电阻，两只脚没有正负极之分。其主要特点是：常温下，热敏电阻的电阻值约1kΩ，当温度升高，热敏电阻的电阻值将变小，反之，随着温度降低，电阻值将增大。

约电能20%～30%。直流斩波器不仅能起调压的作用（开关电源），同时还能有效地抑制电网侧谐波电流噪声。

目前通信电源的二次电源DC－DC变换器已商品化，模块采用高频PWM技术，开关频率在500kHz左右，功率密度为5W～20W/in³。随着大规模集成电路的发展，要求电源模块实现小型化，因此就要不断提高开关频率并采用新的电路拓扑结构，目前已有一些公司研制生产了采用零电流开关和零电压开关技术的二次电源模块，功率密度获得较大幅度的提高。

4. 不间断电源（UPS）

不间断电源（UPS）是计算机、通信系统以及要求提供不能中断场合所必备的一种高可靠、高性能的电源。交流市电输入经整流器变成直流，一部分能量给蓄电池组充电，另一部分能量经逆变器变成交流，经转换开关送到负载。为了在逆变器故障时仍能向负载提供能量，另一路备用电源通过电源转换开关来实现。

现代UPS普遍采用了脉宽调制技术和功率MOSFET、IGBT等现代电力电子器件，电源的噪声得以降低，而效率和可靠性得以提高。微处理器软硬件技术的引入，可以实现对UPS的智能化管理，进行远程维护和远程诊断。

图3为家用电脑的UPS电源，其额定容量达750VA/500W，过载140%时UPS自动关机。目前在线式UPS的最大容量已可做到600kVA。超小型UPS发展也很迅速，已经有0.5kVA、1kVA、2kVA、3kVA等多种规格的产品。

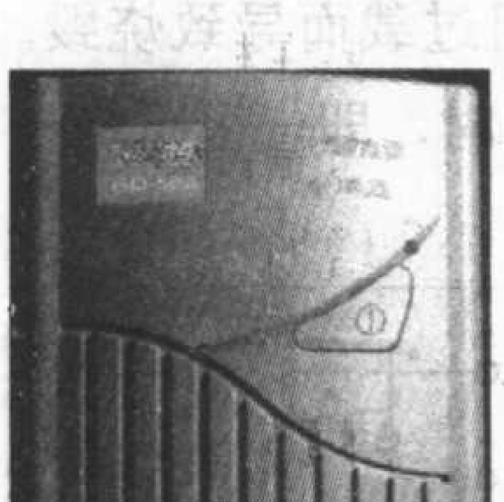


图3

5. 变频器电源

变频器电源主要用于交流电机的变频调速，变频器电源主电路均采用交流－直流－交流方案，图4为一台电机调速变频器。工频电源通过整流器变成固定的直流电压，然后由大功率晶体管或IGBT组成的PWM高频变换器，将直流电压逆变成电压和频率可变的交流输出，电源输出波形近似于正弦波，用于驱动交流异步电动机实现无级调速。

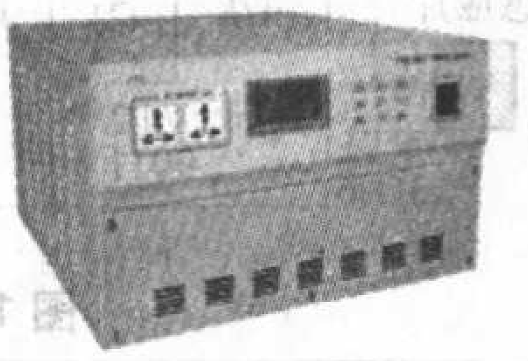


图4

6. 高频逆变式整流焊机电源

图5所示的焊机电源，由于工作条件恶劣，频繁的处于短路、燃弧、开路交替变化之中，因此这种电源的工作可靠性成为最关键的问题，也是用户最关心的问题。采用微处理器做为脉冲宽度调制（PWM）的相关控制器，通过对多参数、多信息的提取与分析，达到预知系统各种工作状态的目的，进而提前对系统做出调整和处理，解决了目前大功率IGBT逆变电源可靠性的问题。

图5

逆变焊机电源大都采用交流－直流－交流－直流（AC–DC–AC–DC）变换的方法。50Hz交流电经全桥整流变成直流，IGBT组成的PWM高频变换部分将直流电逆变成20kHz的高频矩形波，经高频变压器耦合，整流滤波后成为稳定的直流，供电弧使用。

目前逆变焊机已可做到额定焊接电流300A，负载持续率60%，全载电压60V～75V，电流调节范围5A～300A，重量29kg。

7. 大功率开关型高压直流电源

大功率开关型高压直流电源广泛应用于静电除尘、水质改良、医用X光机和CT机等大型设备。图6所示的高压直流电源，输出直流电压1kV～500kV，输出电流0A～1000A，输出功率0kW～20kW任选，并且允许在任何工作状态下长期短路或短路开机。

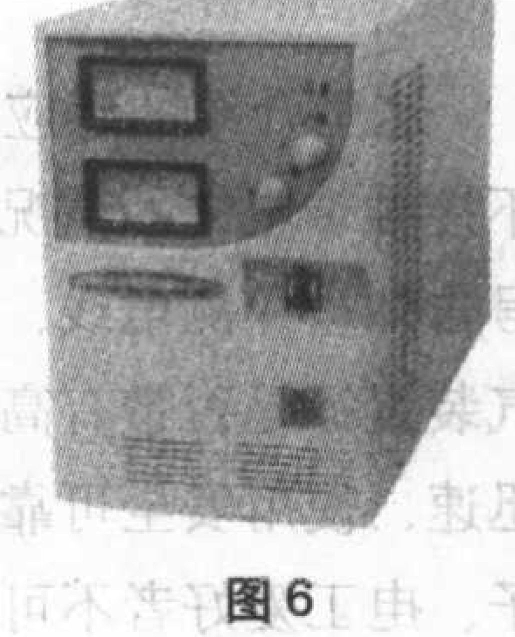


图6

日本的一些公司最早开始采用逆变技术，将市电整流后逆变为3kHz左右的中频，然后升压。后来德国西门子公司采用功率晶体管做主开关器件，将电源的开关频率提高到20kHz以上。并将干式变压器技术成功地应用于高频高压电源，取消了高压变压器油箱，使变压器系统的体积进一步减小。

国内企业也对高压直流电源进行了研制，市电经整流变为直流，采用全桥零电流开关串联谐振逆变电路将直流电压逆变为高频电压，然后由高频变压器升压，最后整流为直流高压。

同时为了有效抑制传统电源产生的谐波损耗和干扰，有源电力滤波器应运而生，它产生并向电网注入与负载谐波电流大小相等、方向相反的电流，以抵消负载产生的谐波电流，从而达到补偿谐波的目的。另外新近出现的分布式电源供电系统，采用小功率模块和大规模控制集成电路作基本部件，利用最新理论和技术成果，组成积木式、智能化的大功率供电电源，从而使强电与弱电紧密结合，降低了大功率元器件、大功率装置（集中式）的研制压力，提高了生产效率。总体来讲，高效、环保、智能仍将是以后电源技术的发展方向。

感应式测电器

文/张晓东

这里介绍的感应式测电器能够在不接触带电体的情况下，通过声音信号告知被探测电线、电器以及其他电气装置等是否带有高压电，具有测试迅速、使用安全可靠等优点，它是电子、电工爱好者不可多得的一种测试工具。

一、工作原理

感应式测电器的电路如图1所示，它由高压感应控制电路和音响发生电路两大部分组成。其中：VT1是结型场效应晶体管，利用其高输入阻抗及电压放大特性作感应信号检拾和放大。VT2、VT3是两只极性相反的普通晶体三极管，VT3的发射结是VT2的负载，而VT2又为VT3提供基极电流，它们互相配合工作，在电容器C1、电阻器R3的正反馈作用下形成振荡，所以这个电路被叫做互补型自激多谐振荡器。

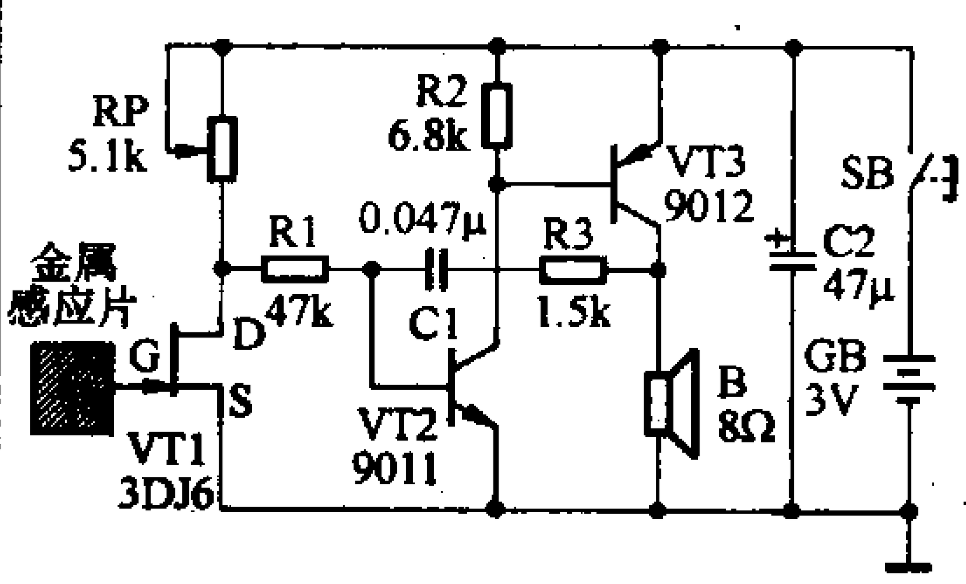


图1

当按下按钮开关SB时，电路电源即被接通。如果测电器尚未探测到高压带电体，则由于场效应晶体管VT1处于零偏状态，其漏极D和源极S之间的电阻较小，与漏极D相连的VT2基极处于低电平（<0.65V），VT2因无合适偏流而处于截止状态，由VT2和VT3等组成的振荡电路不工作，扬声器B无声。一旦测电器接近高压带电体，与VT1栅极G相连的金属感应片就会接收到微弱的电场信号，使VT1漏、源极之间的电阻值增大，其分电压（指相对于微调电位器RP而言）随之上升，VT2即获得合适偏流而导通，由VT2和VT3等组成的振荡电路立即工作，振荡电流通过扬声器B，使之发出响亮的“嘟……”声。

电路中，微调电位器RP用来调整

（上接第360页）级绕组上出现高压。

（5）电焊变压器

电焊变压器其结构上是一种特殊的降压变压器，如图12所示。电焊变压器一般由220V或380V降至约60～80V的空载电压，以保证足够大的引弧电压。次级侧短路时（即焊接），短路电流不会过大。正常焊接时，将电弧两端维持在30V左右电压，以保焊流基本稳定。

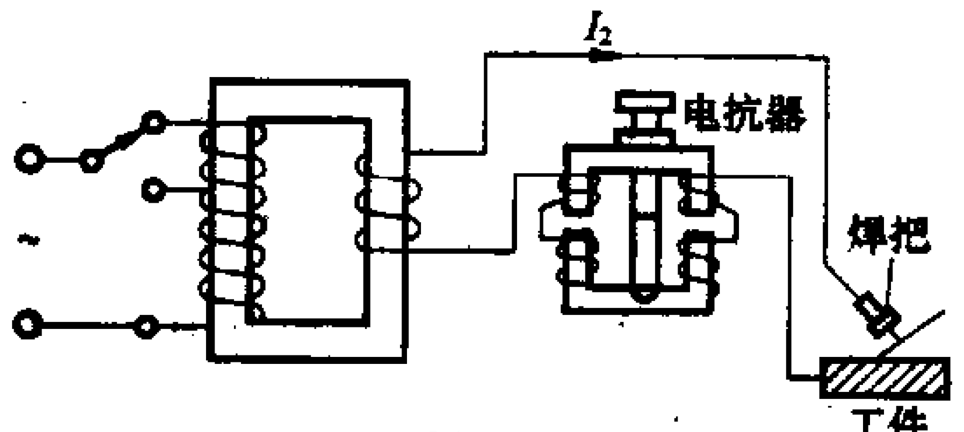


图12

6. 变压器绕组的极性

变压器绕组的极性，是指在任何瞬间，两绕组同时产生的电动势都具有相同极性的两端，常称作同极性端或同名端，用符号“·”标记。就绕组（即线圈）而言，当两线圈绕向相同时，就是同名端，如图13所示。这样，变压器在使用中有时需将绕组串联以提高电压，例如两个绕组的额定电压为110V，欲接在220V的电源上时，则应将两绕组的异名端串联，如图14（a）所示。或将绕组并联以增大电流，例如上述两绕组接到110V电源上，则应把两绕组的同名端并联，如图14（b）所示。如果连接错误，串联时将2和4两端连在一起，1与3两端接电源，则两绕组的电动势互相抵消，铁心中不产生磁通，绕组中就没有感应电动势，绕组中便流过很大的电流，会将变压器烧毁。

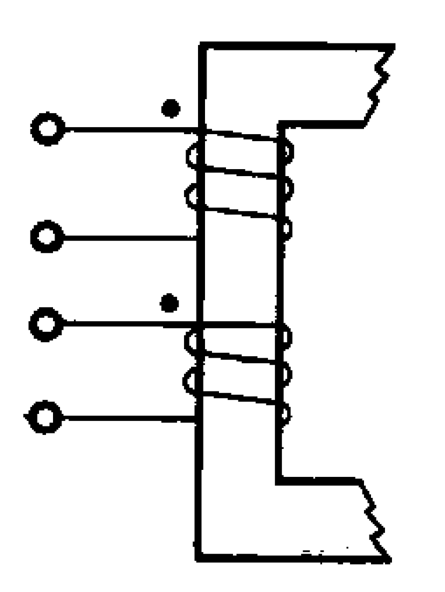


图13

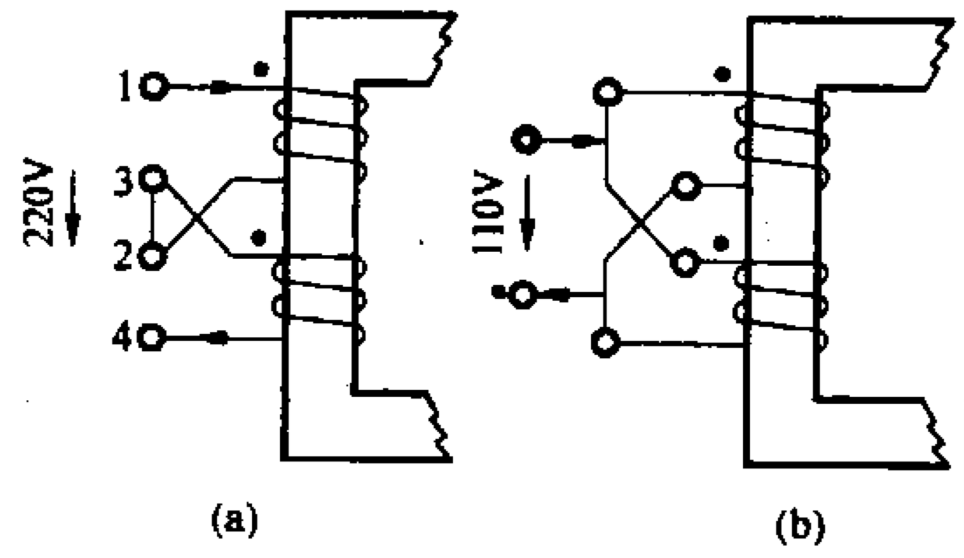


图14

使用时应注意额定电流相同的绕组才能串联，额定电压相同的绕组才能并联，否则，即便极性连接正确，也可能使其中一绕组过载而导致烧毁。当两绕组绕向不同时，即一个正绕一个反绕，就像两个人面对面或背对背站着，左右两只手不在同一侧一样，如图15所示。

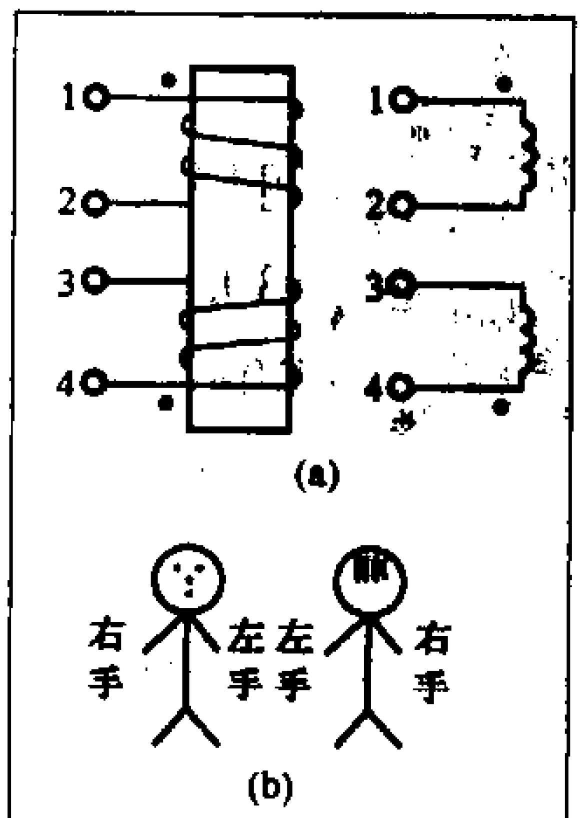


图15

探测灵敏度。振荡电路的工作频率主要取决于时间常数$t=R1\times C1$，故增减电阻器R1阻值或电容器C1容量就可以改变扬声器B发声的音调。C2为交流旁路电容器，主要用来减小电池GB的交流内电阻，使扬声器B发声更响亮，并相对延长电池使用寿命。

实践证明，感应式测电器的有效探测距离与金属感应片面积大小及微调电位器RP的阻值大小有关。除此以外，还与所测试带电体的电压高低和频率大小直接相关。一般来讲，感应测电器在靠近频率高的线路时，有效探测距离远，在靠近频率低的线路时，有效探测距离近。在靠近电压高的线路时，有效探测距离远，在靠近电压低的线路时，有效探测距离近。

二、元器件选择

VT1用3DJ6或3DJ7型结型场效应晶体管，要求饱和漏源电流$I_{DSS}<$ 1mA。该结型场效应晶体管有金属管壳和塑料两种封装形式，外形和管脚排列如图2所示。这里特别要指出的是：对于结型场效应晶体管，由于它的漏极D和源极S是对称的，所以可以互换使用。虽然用万用表测量时漏极与源极之间正、反向电阻有时略有差异，但不影响两脚对换使用。

(a) 金属管壳封装　(b) 塑料封装

图2

VT2可用9011（集电极最大允许电流I_{CM}=30mA，集电极最大允许功耗P_{CM}=200mW）或3DG6、3DG201型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta>50$；VT3可用9012（I_{CM}=−0.5A，P_{CM}=625mW）或3CX200、3CG23型硅PNP中功率三极管，要求$\beta>30$。

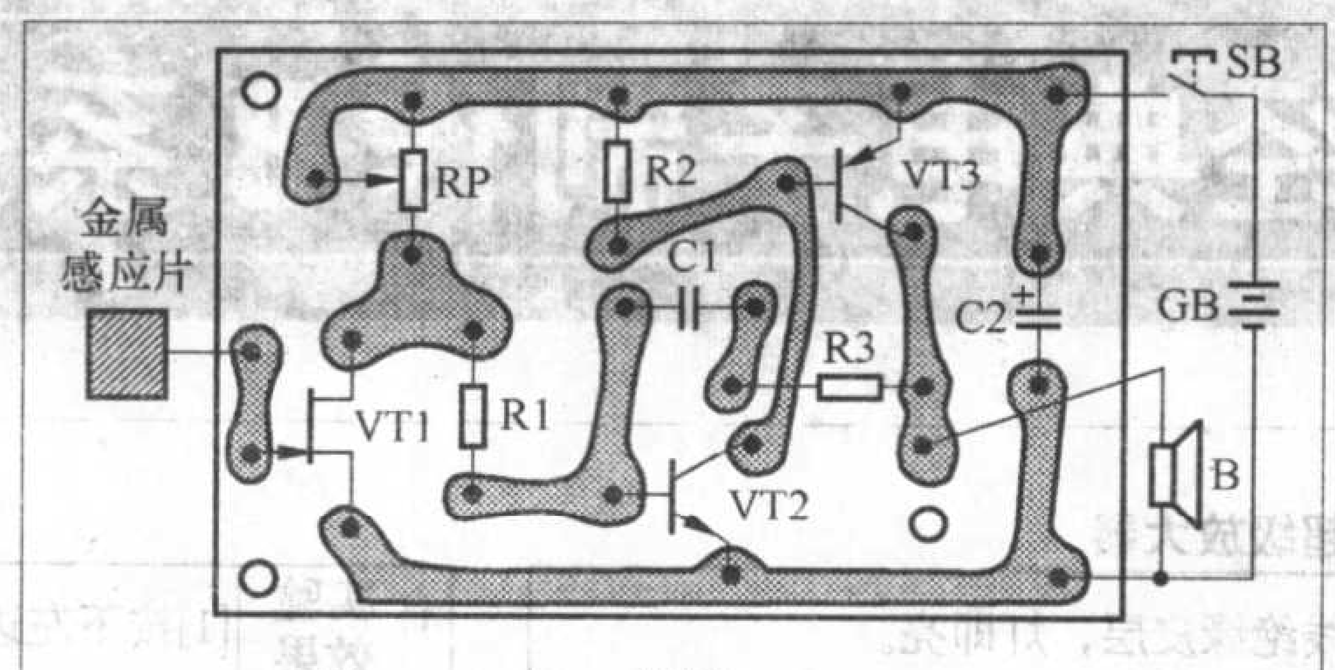


图3

RP用WH7−A型立式微调电位器。R1～R3均用RTX−1/8W型碳膜电阻器。C1用CT1型瓷介电容器，C2用CD11−10V型电解电容器。B用ϕ27mm × 9mm、8Ω超薄微型动圈式扬声器，以减小体积、方便安装。

金属感应片是尺寸约为15mm × 15mm的薄铁（或铜）片。SB用14mm × 14mm小型轻触开关，亦可用KWX−2型微动开关来代替。GB用两节5号干电池串联（须配塑料电池架）而成，电压3V。

三、安装调试

图3所示是该感应式测电器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为40mm × 30mm。焊接时注意：电烙铁外壳一定要良好接地！

整个电路参照图4所示，全部装在一个尺寸约为110mm × 32mm × 20mm的绝缘小盒内。金属感应片用强力胶粘贴在盒子前侧面的内壁上，盒面板开孔固定电源开关SB，并事先为扬声器B开出释音孔。

电路调试很简单：在远离带电体的环境中，按下电源开关SB，用小螺丝刀缓慢调节微调电位器RP的阻值，

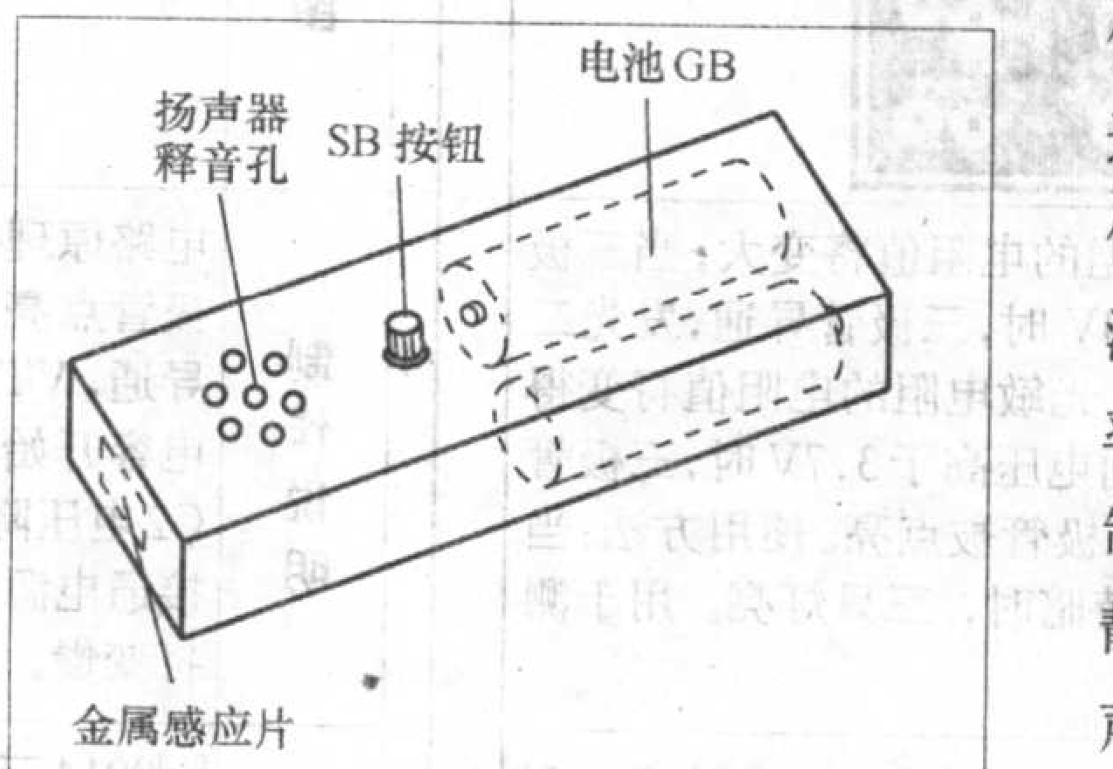


图4

使扬声器B处于临界发声状态，即获最佳测电报警灵敏度。如嫌扬声器B发声时音调太低沉（或高尖），可通过适当减小（或增大）电阻器R1阻值或电容器C1容量来加以调节。如果觉得音量不够，可通过适当增大电阻器R3的阻值试一试。但R3阻值也不可太大，否则电路报警时的耗电量将会显著增大，并且电路起振困难。

调试好的感应式测电器，一般可达到如下指标：对于36～100V交、直流带电体，探测报警距离不小于0.5～4cm。交流220V带电体不小于5cm。10kV高压输电线路不小于80cm。电视机显像管高压为20～50cm。感应式测电器不报警时耗电小于1mA，报警时不超过100mA，故用电很节省。

四、使用方法

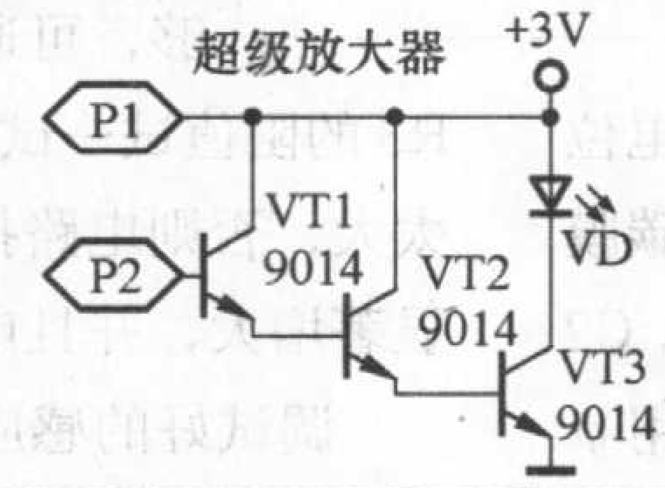
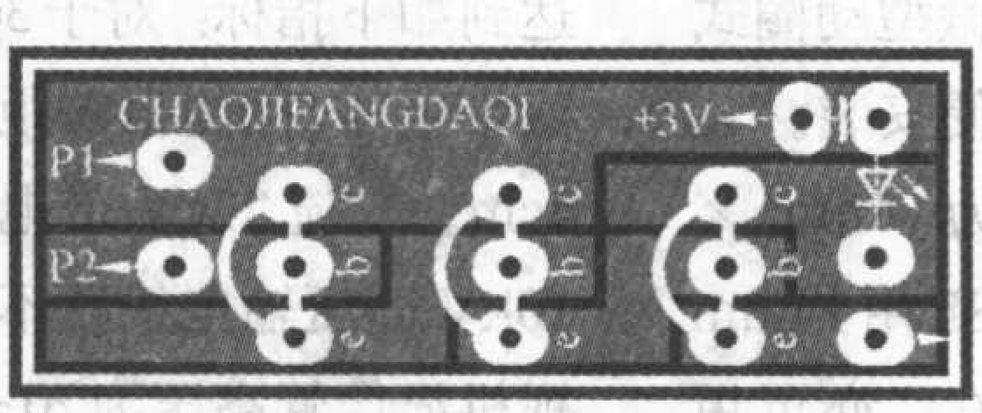
该感应式测电器除一般大家共知的用法外，还有多种特殊用法。如要寻找隐藏在墙壁内的电源暗线，可将感应式测电器贴近墙壁来回游动（注意：手指应一直按下电源开关按钮），当出现声音信号时，感应式测电器所指处便是暗线所在位置。如要查找电线（或电热毯）断芯位置，可将电线的一端接220V交流市电相线（火线），手持感应式测电器从电线另一端开始，沿电线移动，当出现声音信号时，测电器所指位置就是断线故障处。

由于感应式测电器的探测距离与带电体电压高低成正比例关系，所以使用者在取得一定的经验数据之后，还可根据报警距离粗估被测电压的高低。另外，每当探测到照明或动力交流电信号时，感应式测电器的振荡频率会受到50Hz交流电感应信号的调制。扬声器发声为蟋蟀型颤音，探测静电场时则发直音。使用者根据报警声类型，还可以很容易地区分出交流电压和静电场来。

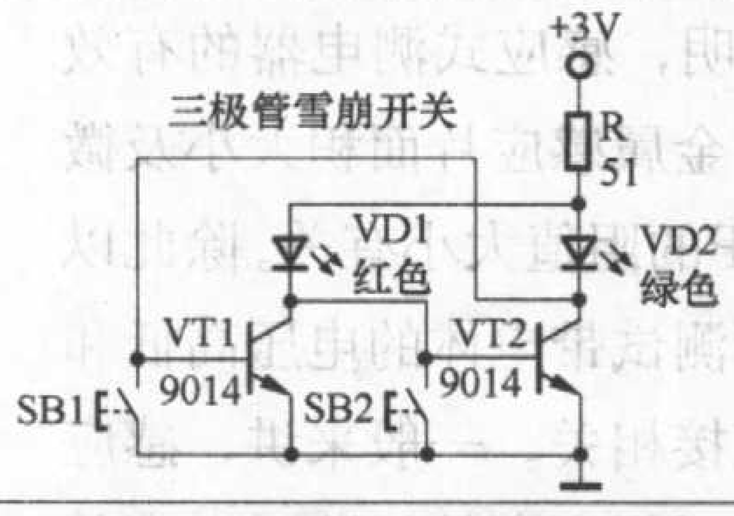
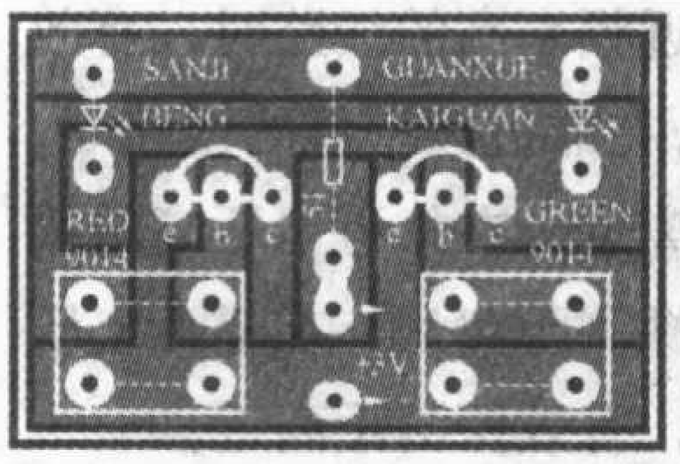
经典电子制作B系列(上)

文/周宝善

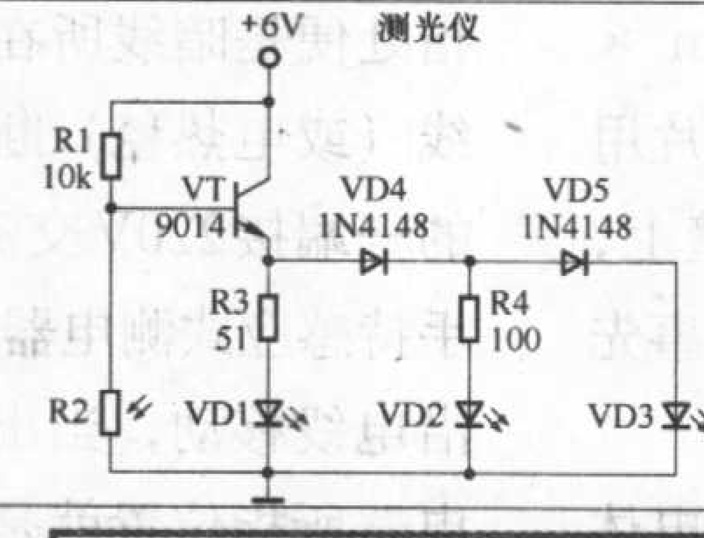
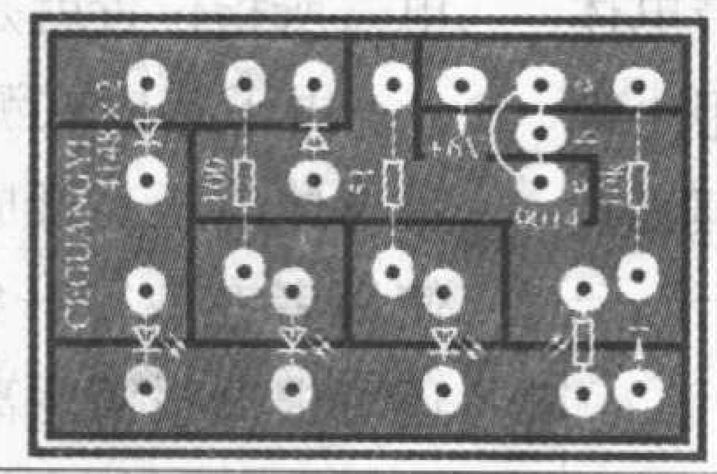
B1——超级放大器

1	实验效果	手握P1，让P2靠近火线绝缘皮层，灯即亮。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：高放大倍数的三极管放大电路，当P2点与负极之间的电压大于1.8V，或流过VT1三极管基极电流大于5μA时，三只三极管导通，发光二极管发光。使用方法：手捏P1探针，让P2靠近火线绝缘皮层，灯即亮；用于检测火线、摩擦带电、物质导电性能测试，或用于电路通断路检测。
5	元器件	[1]三极管为普通三极管； [2]发光二极管为高亮度发光二极管。

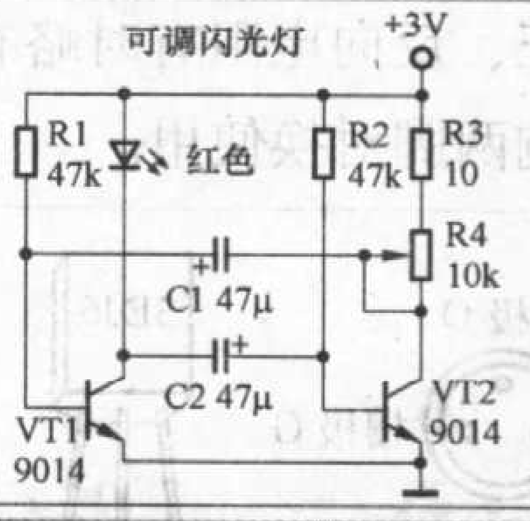
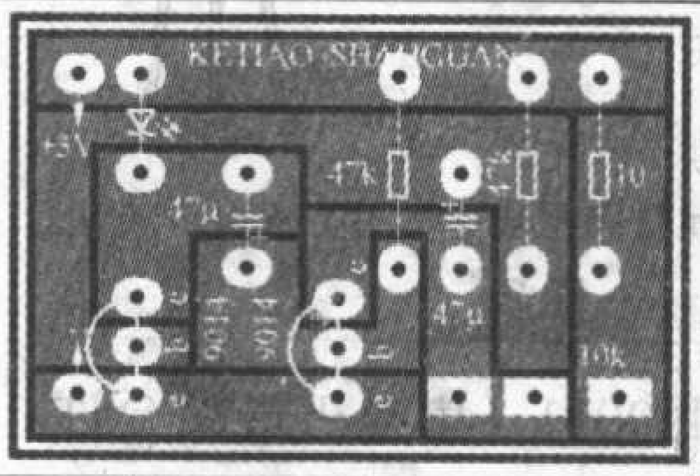
B2——三极管雪崩开关

1	实验效果	[1]按下左边的按钮绿灯亮；[2]按下右边的按钮红灯亮。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：在通电瞬间，两只三极管处于竞争导通状态，按下SB1，VT1截止、VT2导通，绿色发光二极管亮，按下SB2，VT2截止、VT1导通，红色发光二极管亮，使用方法：通电后，按下左边的按钮绿灯亮，按下右边的按钮红灯亮，用于玩具灯光控制，大型机床控制。
5	元器件	[1]三极管、电阻、轻触开关为普通元器件； [2]红色、绿色发光二极管为高亮度发光二极管。

B3——测光仪

1	实验效果	可测试光的亮度。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：光线较暗时，光敏电阻的电阻值将变大，当三极管基极与负极之间电压高于2.3V时，三极管导通，发光二极管VD1被点亮；光线特暗时，光敏电阻的电阻值将变得很大，当三极管基极与负极之间电压高于3.7V时，三极管导通电流变得很大，三只发光二极管被点亮。使用方法：当光线变暗时，一只灯亮；光线特暗时，三只灯亮。用于测光仪。
5	元器件	光敏电阻是一种半导体器件，两只脚没有正负极之分，随着光线变暗，光敏电阻的电阻值将变得很大。

B4——可调闪光灯

1	实验效果	可控制灯光闪烁频率的快慢。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：这是一个多谐振荡器，当VT1导通时，发光二极管点亮，电容C2开始充电，当电压充至约0.7V时，VT2导通，VT1截止，发光二极管熄灭；电容C1开始充电，C2电容开始放电，当C1电压充至约0.7V时，VT1导通，当C2电压降至约0.5V时，VT2截止，如此循环。使用方法：接通电源，将看到红色发光二极管闪亮，增大R4，振荡频率将变慢。反之，振荡频率将加快．用于灯光装饰。
5	元器件	[1]9014三极管、电阻、电容、电位器均为普通元器件； [2]红色发光二极管为高亮度发光二极管。

电子游戏器——“虎口拔牙”

文/张晓东

本文介绍的“虎口拔牙”游戏器，外形如图1所示。做游戏时，小朋友手持一“金属剑”依次穿过金属小圆环a、b、c，当“剑尖”击中“虎口”内的金属电极d时，游戏器就会演奏一段世界名曲——《庆贺曲》，表示游戏胜利；如果“金属剑”不小心碰到了a~c中任意一个金属圆环，游戏器就会发出威严逼真的模拟老虎吼叫声，表示游戏失败。不论演奏乐曲还是发出模拟老虎吼叫声，“老虎”的双眼均会随声同步闪光，增强了动感。

这个游戏适合在幼儿园、家庭或游乐场使用，它玩起来不仅饶有趣味，而且还可以锻炼小朋友的眼力，培养小朋友的沉着、冷静和大脑对手腕、手臂的控制能力。

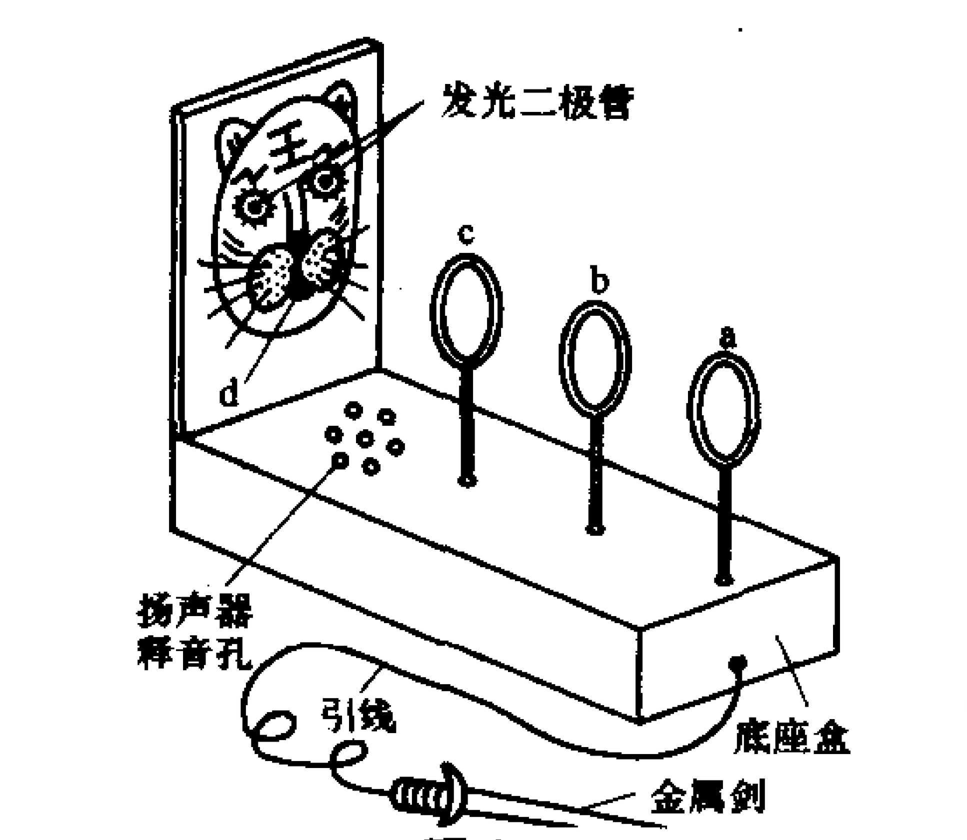


图1

一、工作原理

“虎口拔牙”游戏器的电路如图2所示。音乐集成电路A1、模拟声集成电路A2等分别组成了乐曲声、“老虎”叫声信号发生电路，晶体三极管VT1和晶体二极管VD1、电容器C1、电阻器R1等组成了A2延时免触发电路，晶体三极管VT2及VT3组成了音响功率放大电路，晶体三极管VT4和微调电位器RP、发光二极管VD2及VD3等组成了随声同步闪光电路。

做游戏时，如果“金属剑”不小心碰到了金属小圆环a~c中的任意一个(即游戏失败)，则模拟声集成电路A2的触发端TG就会通过电阻器R2、金属圆环及“金属剑”，从电池GB的正端获得高电平触发信号。于是A2内部电路受触发从其输出端OUT输出长约7s的内储模拟老虎叫声电信号，经晶体三极管VT3功率放大后，推动扬声器BL发声，与此同时，BL两端的部分音响电信号经微调电位器RP限流后加至晶体三极管VT4的发射结，经VT4放大后驱动发光二极管VD3、VD4随声同步闪光。

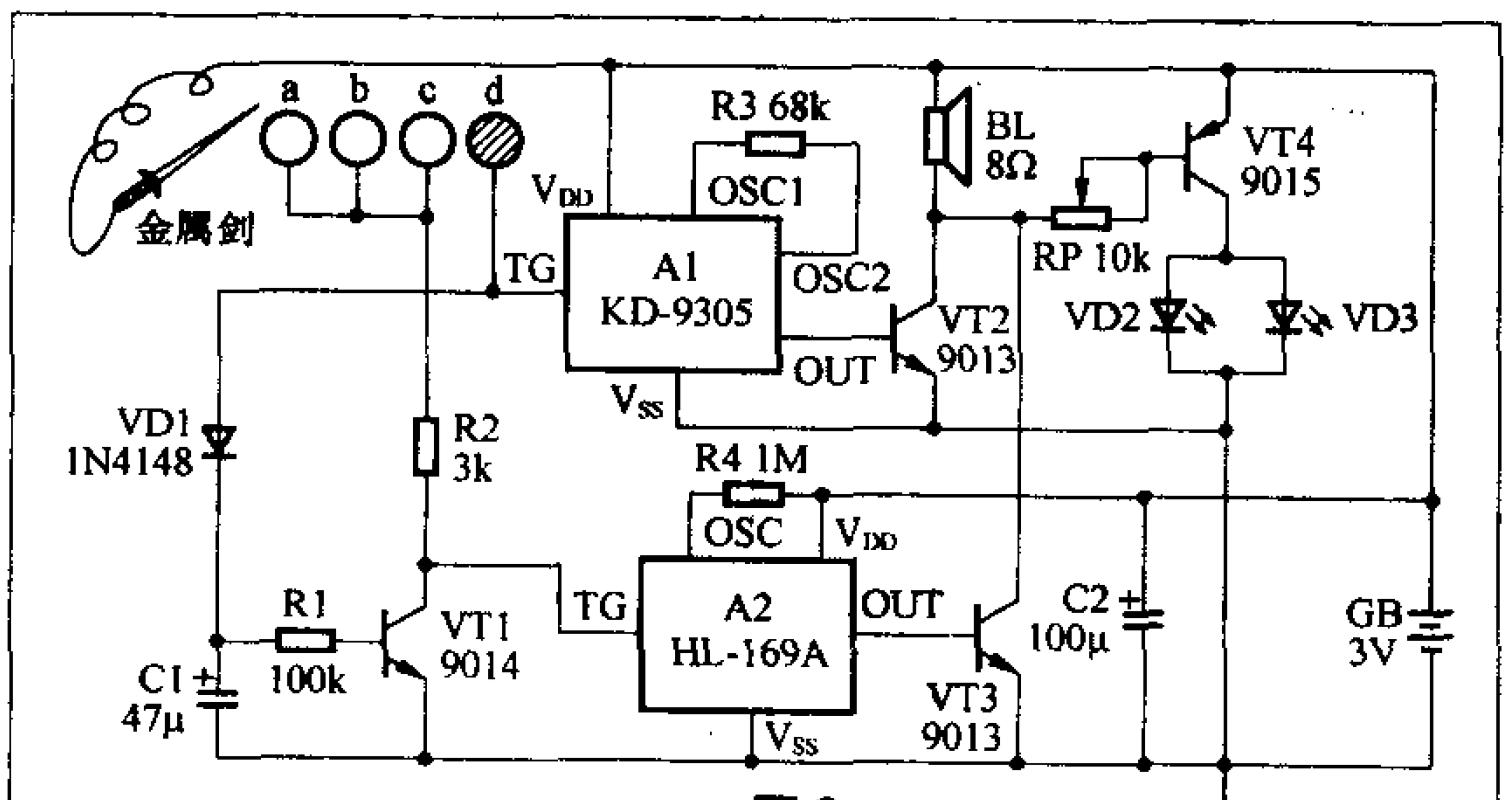


图2

如果“金属剑”击中了“老虎”口内的电极d，则音乐集成电路A1的触发端TG获得高电平触发信号，A1内部电路受触发从其输出端OUT输出长约20s的内储音乐电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，推动扬声器BL发声，同时发光二极管VD2、VD3也

(上接第366页)发达国家早就不允许临时线长期使用，因为临时线在使用中易受损，会导致人身触电和电气火灾事故；对插座数量，美国国家电气法规规定：两插座点间的距离不得超过3.66m，即一个家用电器如不能自左侧接插座，定能自右侧接插座。香港的卧室、起居室和厨房的插座分别为4、7、4个。

插座回路必须加漏电保护。电气插座所接的负荷基本上都是人手可触及的移动电器(吸尘器、打蜡机、落地或台式风扇)或固定电器(电冰箱、微波炉、电加热淋浴器和洗衣机等)。当这些电器设备的导线受损(尤其是移动电器的导线)或人手可触及电器设备的带电外壳时，就有电击危险。除壁挂式空调电源插座外，其他电源插座均应设置漏电保护装置。

三眼插座保护接地插口一定要接地。这是农村家庭安全用电最薄弱的环节，大多数家庭根本不接地。即使接地也不规范。还有的用户干脆把三眼插头的接机壳插头掰断，用两眼插座代替三眼插座使用。没有保护接地的用户使用金属外壳的家用电器，一旦带电，接触家电的人员就有触电的危险。三眼插座的保护接地问题应引起有关人员的足够重视。

插头插入插座后应接触良好，没有松动感觉，并且不要太费力即可拔出；不要将功率较大的家用电器插在额定电流小的插座上；当插头与插座的规格、尺寸不对应时，不要人为改变插头尺寸或形状；电源线及插头损坏需要更换时，应请专业人员进行更换；发现插座温度过高或出现拉弧、打火，插头与插座接触不良，插头插入过松或过紧时，应及时停止使用并加以更换。

会随声同步闪光。在A1受到高电平触发的同时，电容器C1两端经隔离二极管VD1充上约2.3V电压。随后，C1通过电阻器R1、晶体三极管VT1的发射结放电数秒钟，这一时间内"金属剑"碰到a~c电极时，因VT1处于导通状态，不会使A2获得高电平触发信号而工作，故在"剑尖"击中d电极(游戏结束)后，从金属小环中快速抽出"金属剑"时，即使碰到a~c金属小环，也不会产生模拟虎叫声而干扰乐曲的正常演奏。

电路中，R3、R4分别为音乐集成电路A1、模拟声集成电路A2的外接振荡电阻器，其阻值大小分别影响乐曲声和"老虎"叫声的播放速度及音调高低。电容器C2用来减小电池GB的交流内阻，使电池快用完导致内阻增大时，扬声器BL发声仍保持纯正不失真。

二、元器件选择

A1选用KD-9305型音乐集成电路，它采用软包封装形式制作在尺寸为23mm×14mm的小印制电路板上，并留有外围元器件焊接脚孔，使用很方便。KD-9305的主要参数为：工作电压范围1.3V~5V，触发电流≤40μA；当工作电压为1.5V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流<0.5μA；工作温度范围-10℃~60℃。A1也可用外形基本一致的CW9300系列、KD-15系列（电阻器R3省掉不用）音乐集成电路直接代换。

A2选用HL-169A系列集成电路中内储老虎叫声的模拟声集成电路，它也采用软包封装形式，芯片小印制电路板尺寸为24mm×13mm。HL-169A的主要参数为：工作电压范围2.4V~5V，输出端驱动电流3mA~6mA，静态总电流<2μA，工作温度范围-10℃~60℃。A2也可用HFC520、KDT-560系列集成电路中内储模拟老虎叫声的产品来代换。

晶体管VT1用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta > 150$；VT2、VT3均用9013(I_{CM}=0.5A，P_{CM}=625mW)或3DG12、3DX201、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求$\beta > 100$；VT4用9015（I_{CM}=0.1A，P_{CM}=310mW）或3CG21型硅PNP小功率三极管，要求$\beta > 50$。VD1用1N4148型硅开关二极管，VD2、VD3用BT-204型（ϕ 5mm）普通红色发光二极管。

RP用WH7-A型立式微调电位器。R1~R4一律用RTX-1/8W型碳膜电阻器。C1、C2均用CD11-10V型电解电容器。BL用YD58-1型（8Ω、0.25W）动圈式扬声器。GB用两节5号干电池串联（需配套塑料电池盒），电压3V。

三、制作与使用

游戏器盒体按图1所示的外形，用五合板或薄木板自行加工制成。盒上竖立面板用色漆或颜料描绘出老虎头图形，也可直接粘贴从画报等上面剪裁下来的老虎头图案。"虎口"用强力胶粘贴铜（或铁）片作为电极d。另用较粗的铜丝（或镀锌铁丝）弯制带支架的小圆环a、b、c，并固定在游戏器盒面板上，要求三个环的圆心、"虎口"电极d的中心应保持同轴。小圆环的直径决定游戏时的难易程度，应根据游戏者年龄大小在10~20mm间选择。圆环直径愈小，游戏难度就越大。"金属剑"可用自行车辐条钢丝或不锈钢片加工制作，并给它配上合适的木制手柄和一定长度的塑料软电线。

图3所示为"虎口拔牙"游戏器的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为50mm×35mm。焊接时电烙铁外壳一定要良好接地，以免交流感应电压击穿A1、A2内部CMOS集成电路！焊接好的电路板连同扬声器BL，电池GB全部装在已制成的游戏器底座盒内。"老虎"的眼睛部位开孔嵌入发光二极管VD2、VD3，电路板上引出的两根触发引线，按图所示分别接金属小圆环a~c和"虎口"电极d。扬声器BL在安装前，应事先在底座盒面板上开出释音孔。"金属剑"的引线头，通过在底座盒侧面开出的小孔，与盒内电路板相接。

整个电路平时耗电甚微，实测静态总电流<5μA，故电路不必设电源开关。电路调试很简单：用"金属剑"去碰触小圆环a~c或电极d，使扬声器BL发声，先由大往小缓慢调节电位器RP的阻值，使晶体三极管VT4的集电极电流最大不超过30mA；然后，分别听音乐声和"老虎"叫声是否悦耳、逼真，如不满意，可分别通过改变对应外接振荡电阻器(R3或R4)阻值来加以调节。R3取值范围一般在47kΩ~82kΩ之间，R4取值范围一般在820kΩ~1.2MΩ之间。

制作成的"虎口拔牙"游戏器，既可以单人玩，也可以多人或多组人共同玩，比一比到底谁先能够"虎口拔牙"成功，即让"老虎"唱歌，或者让"老虎"唱歌的次数最多！

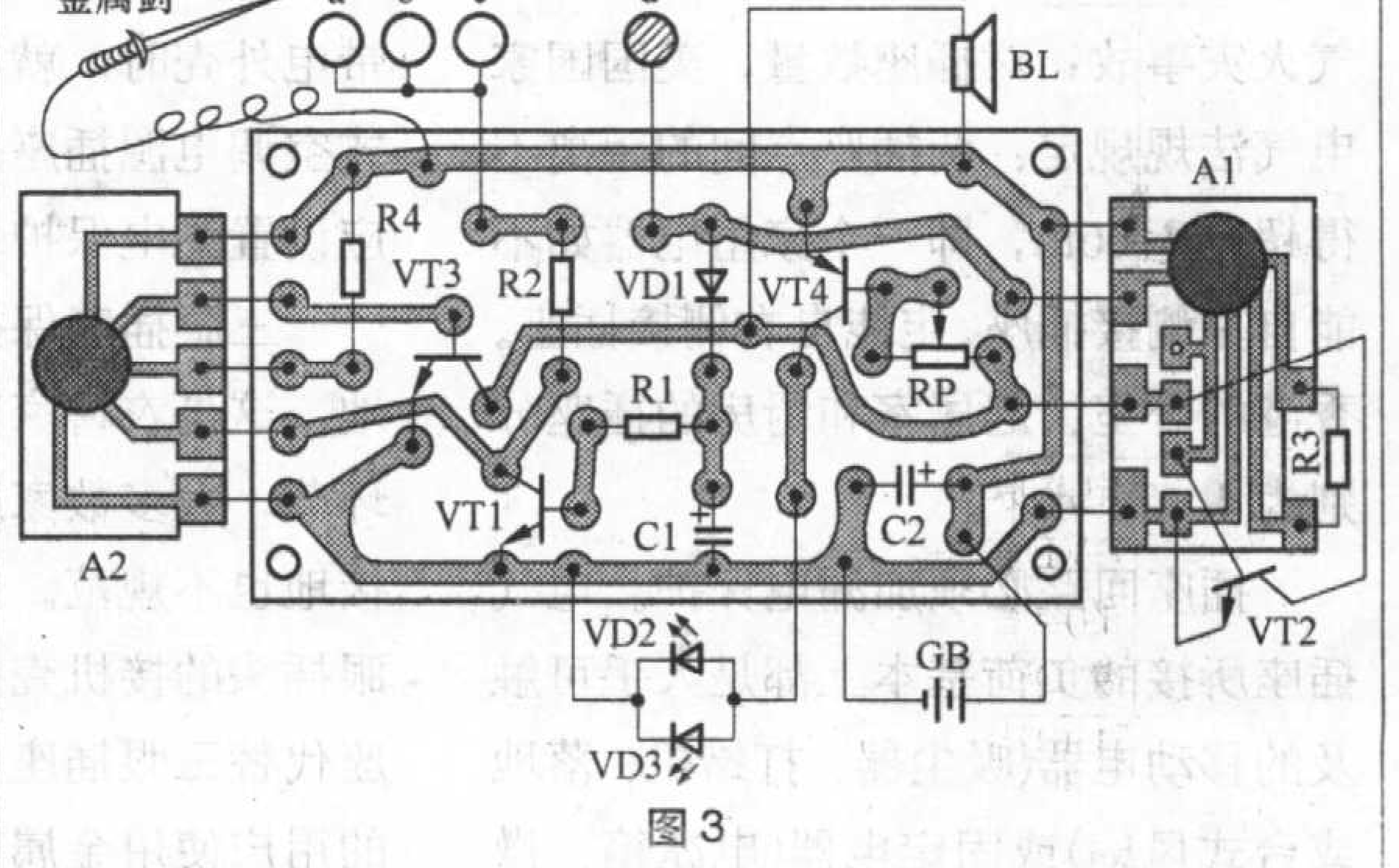
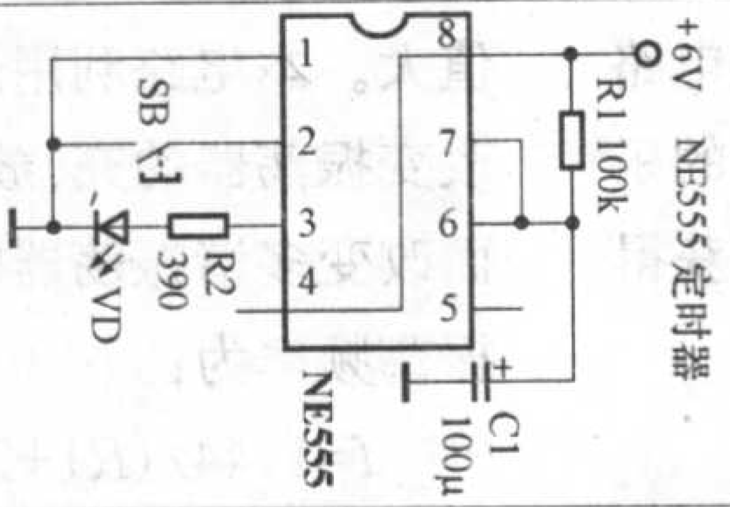
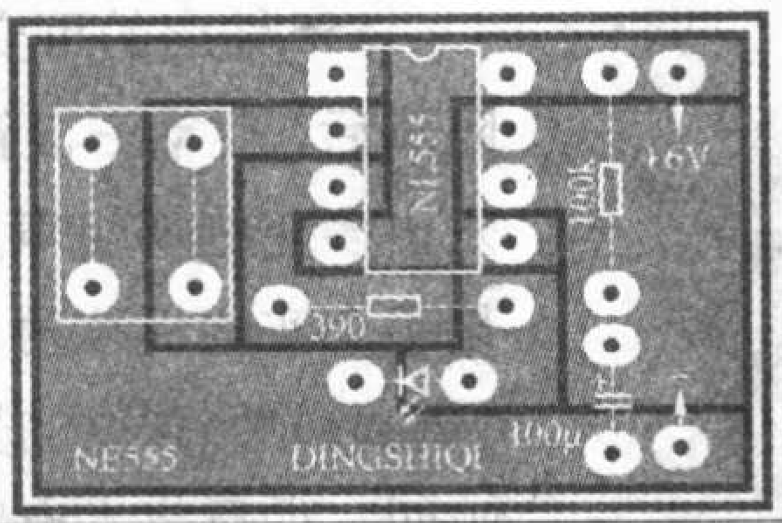


图3

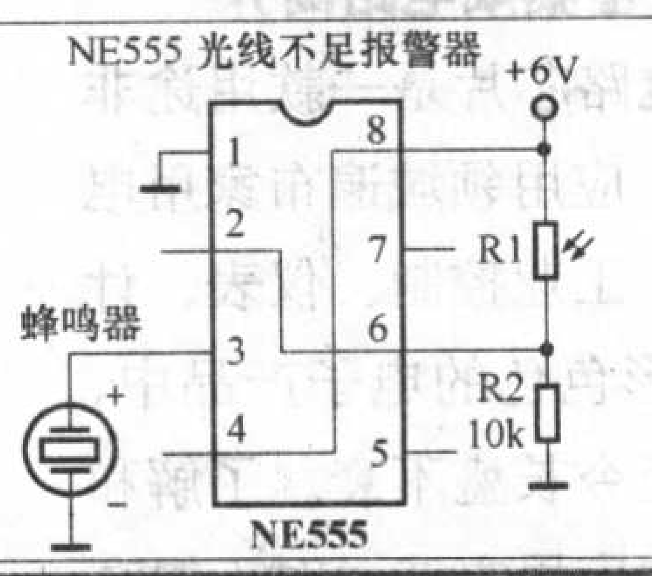
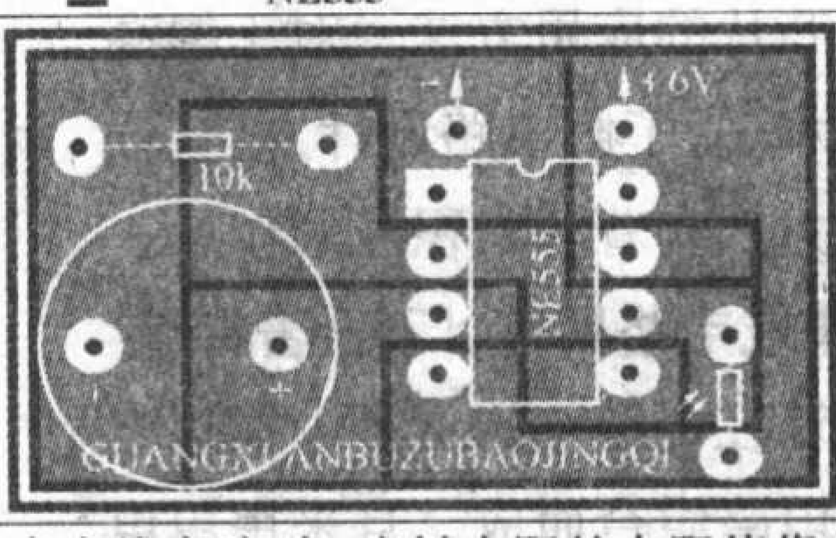
经典电子制作B系列(下)

文/周宝善

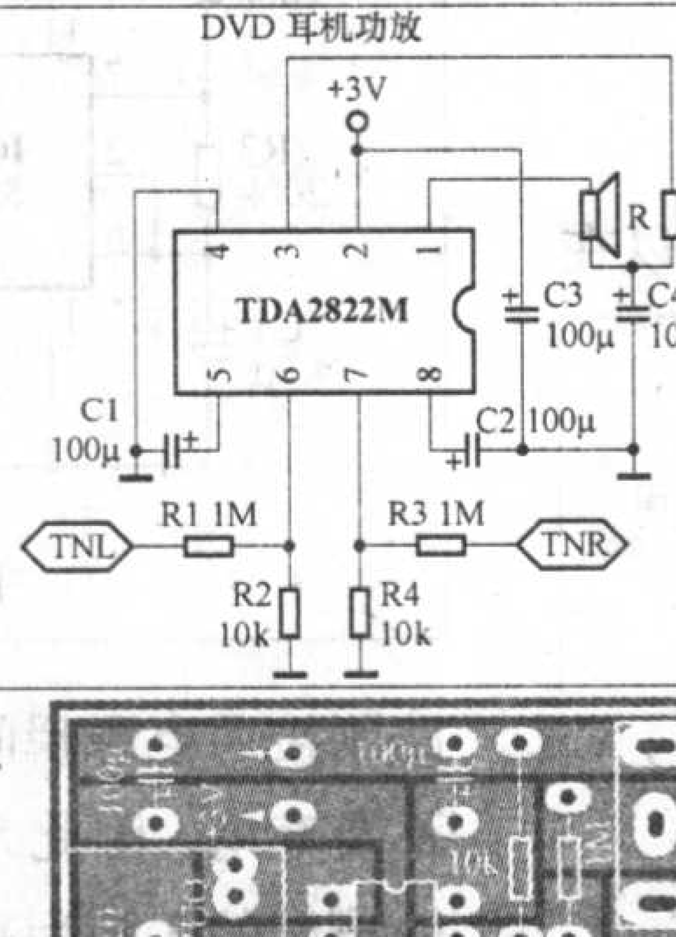
B5——NE555定时器

1	实验效果	按下轻触开关，灯亮十几秒钟后自动熄灭。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：按下开关SB，电容C1开始充电，NE555第2、6脚电位低于4V，故第3脚输出高电平，发光二极管点亮，松开开关SB后，当电容电压充至4V时，即NE555第2、6脚电位高于4V，第3脚将输出低电平，发光二极管熄灭。使用方法：按下轻触开关，灯亮十几秒钟后自动熄灭；用于定时计时，限时发光，节约用电。
5	元器件	[1]电阻、电容、开关均为普通元器件； [2]NE555集成电路是一块时基电路。

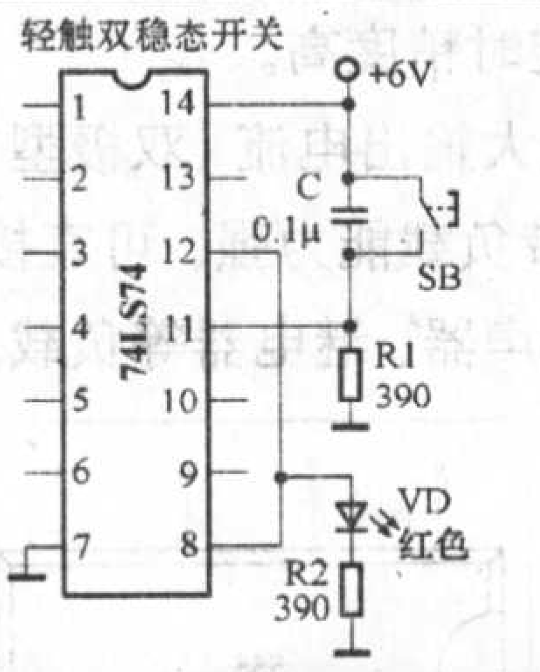
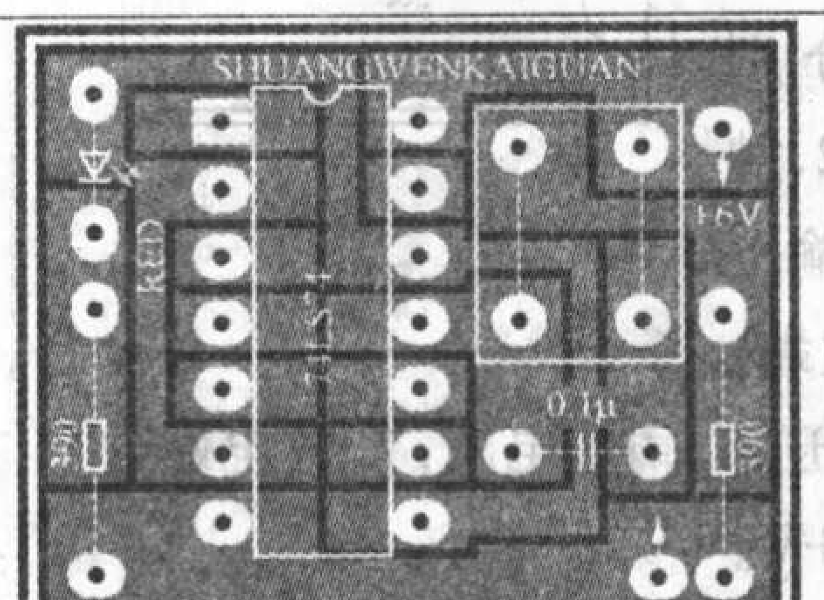
B6——NE555光线不足报警器

1	实验效果	当光线变得很暗时，蜂鸣器便发出声响。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：当光线变暗时，光敏电阻的电阻值将变得很大，当NE555第2、6脚电位低于2V时，第3脚输出高电平，蜂鸣器便发出声音，反之，当光线变亮时，光敏电阻的电阻值将变得很小，当NE555第2、6脚电位高于4V时，第3脚输出低电平，蜂鸣器无声。使用方法：当光线变得很暗时，蜂鸣器便发出声响；用于光线不足时报警、挡住光线时报警。
5	元器件	[1]电阻、电容、开关均为普通元器件； [2]NE555集成电路是一块时基电路。

B7——DVD耳机功放

1	实验效果	[1]双声道2W；[2]接DVD音频信号；[3]用耳机收听。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：音频功率放大器。使用方法：接通电源，接入DVD或电视音频信号，插入耳机，耳机即发出好听的响亮的声音。晚上一个人头戴耳机通过该DVD耳机功放装置欣赏DVD音乐或电视节目，不影响家人休息。
5	元器件	[1]电阻、电容为普通元件； [2]TDA2822M为双声道低电压音频功率放大器； [3]耳机需选用音质较好的带有音量调节器的头戴式耳机。

B8——轻触双稳态开关

1	实验效果	[1]按一下按钮，灯亮；[2]再按一下按钮，灯灭。
2	电原理图	
3	线路板图	
4	制作说明	电路原理：D触发器。使用方法：按一下按钮SB，发光二极管点亮，再按一下按钮SB，发光二极管熄灭；用于玩具灯光装饰或其他。
5	元器件	74LS74集成电路是一块双D型触发器集成电路。

学·做·用

555集成电路实验套件（上）

文/王晓鹏

一、555时基集成电路简介

555集成电路芯片是一款用途非常广泛的芯片，应用领域遍布家用电器、电子玩具、工业控制、仪表、计算机系统等形形色色的电子产品中，自问世以来，至今长盛不衰。了解和掌握555芯片的应用方法，对于提高电子技术水平，了解电路设计方法，强化动手能力都有着非常积极的作用。

555集成电路具有以下显著特点：

1．555在电路结构上是由模拟电路和数字电路组合而成，且采用单电源。双极型555的电压范围为4.5V～15V，而CMOS型的电源适应范围更宽，为2V～18V。可以和模拟运算放大器和TTL或CMOS数字电路共用一个电源。

2．555集成电路将模拟功能与逻辑功能合为一体，能够产生较为精确的时间延迟和振荡。可独立构成一个定时电路，且定时精度高。

3．555的最大输出电流（双极型）可达200mA，带负载能力强、可直接驱动小电机、扬声器、继电器等负载。

图1是555集成电路的外形图。其8个引脚定义分别为：1.地；2.触发端；3.输出端；4.复位端；5.控制电压；6.阈值电压；7.放电端；8.电源端+V。

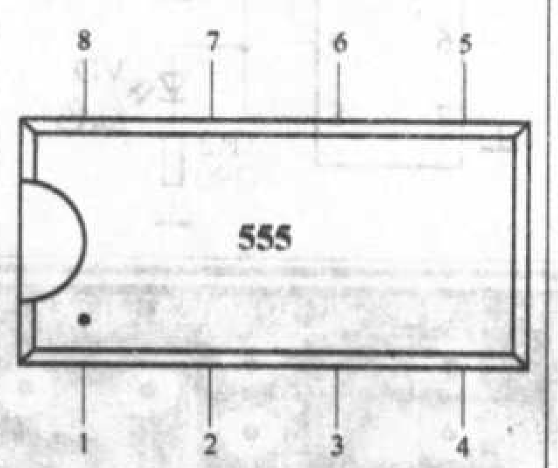


图1

二、实验套件简介

北京鹏博易捷科技发展中心新近推出了一款专门针对555集成电路的实验套件。用户通过自己动手组装搭接这些实例电路，可以更加清晰、快捷的了解555芯片的特性，掌握电路的应用方法，体验自己动手制作的乐趣，品尝遇到挫折的苦涩，享受获得成功的快乐。

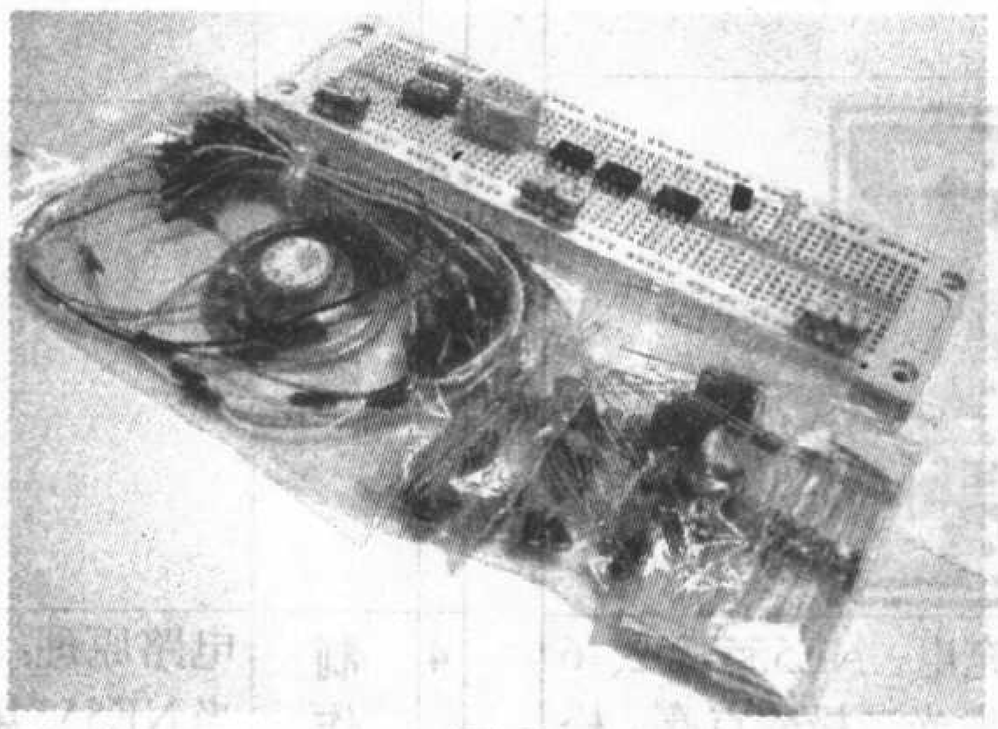


图2

图2是本套件部分元器件的照片。套件中的各个实验均是通过一块面包实验板来完成的，实验时将所需的元器件插接在实验板上，通过专用插接线将元器件连接起来。实验板可以反复插接使用。

三、实验实例

1. 光敏百灵鸟

电路图如图3所示。本电路可以在

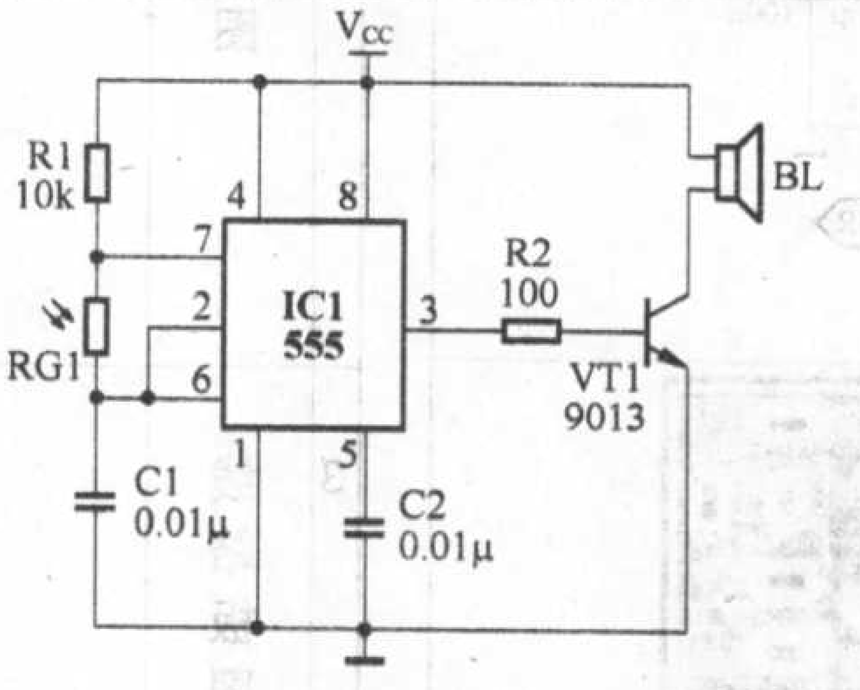


图3

不同光照下，发出忽高忽低、变幻莫测的鸣叫声，非常有趣。电路中，555和R1、RG1、C1等组成多谐振荡器，光敏电阻RG1是利用光致导电的特性，它的阻值会随照射光的强度而变化，当光照强时阻值小，光照弱时阻值大。本电路利用这一光敏特性，来改变振荡器的充、放电时间的常数，从而改变多谐振荡器的频率，本电路的振荡频率为：

$$f=1.44/(R1+2RG1)C1$$

555输出的可变频率信号经过R2限流后，驱动三极管VT1带动扬声器发出多变的鸣叫声。接好电路后，如果手拿实验板移动，扬声器就会随着移动时光照强度的变化，发出多变的鸣叫，如果将本电路放置在电视机屏幕前，则扬声器会随着显示图像的变化发出变幻无穷的音色。

2. 双色闪光灯

电路图如图4所示。本电路可以实现红、绿两只发光二极管交替闪烁。电

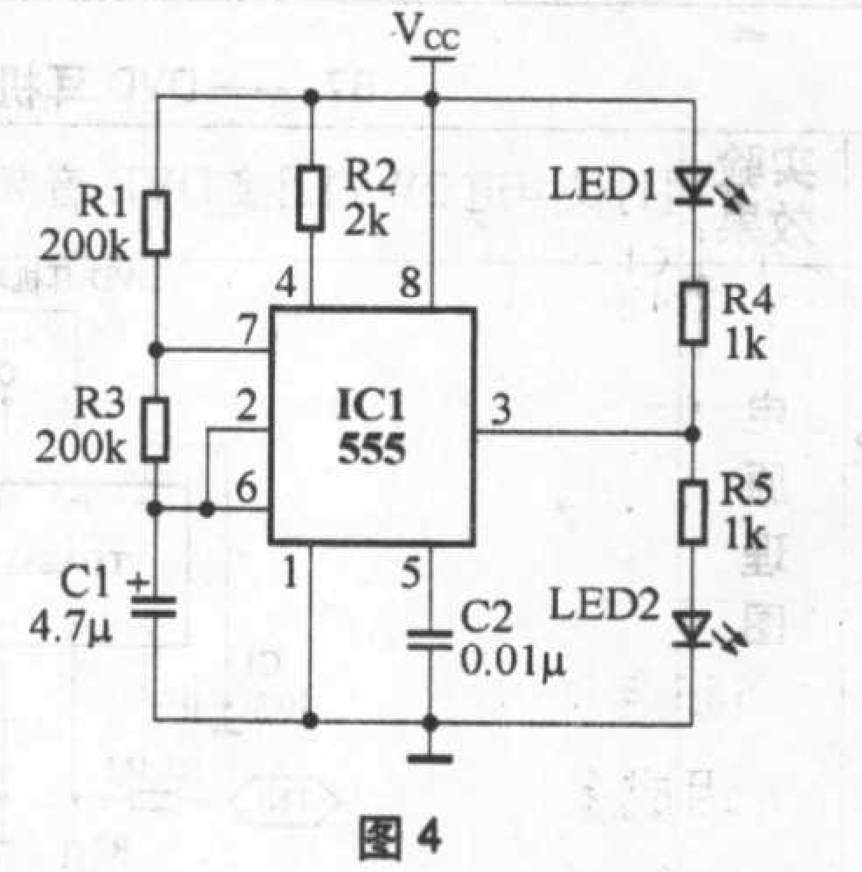


图4

路刚接通电源瞬间，由于电容C1还来不及充电，因此555的2脚为低电平，输出端的3脚为高电平，发光二极管LED1截止，不点亮，LED2两端加有正向电压，点亮。随着电源 V_{CC} 经过R1、R3对C1充电，C1两端电压逐渐升高，当达到2/3 V_{CC} 的阈值电平时，555的3脚翻转，输出低电平，从而使LED1点亮，LED2熄灭。此时，C1通过R3和555内部的放电管放电，当C1

放电至1/3 V_{CC}触发电平时，555的3脚再次翻转，LED1熄灭，LED2重新点亮。因此，红、绿两只发光二极管就这样轮流导通与截止，闪烁不停。改变R1和C1可以改变LED的闪烁频率。

本电路可以有很多变通应用，例如LED可以是串、并联的多只发光二极管，适当减小R4、R5的阻值，就可以组成闪烁彩灯链。还可以自制成青少年假性近视预防治疗仪：将LED1和LED2放置在一个0.5m长的纸筒里，LED1放置在纸筒最里端，LED2放置在纸筒中间，单眼从纸筒端口向里看，眼睛注视着LED的闪烁，可以有效调节眼肌，每天使用10分钟，可以预防和治疗青少年的假性近视。

3. 叮咚音响门铃

电路图如图5所示。本电路可以发出音色比较动听的“叮咚”声。

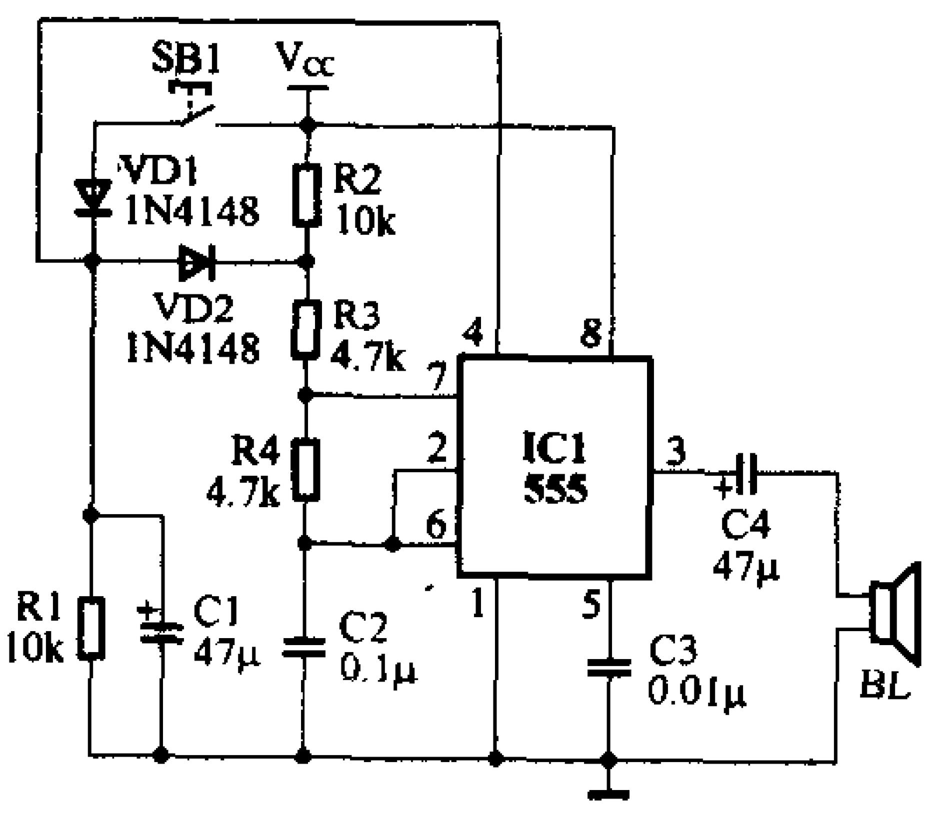


图5

555与VD1、VD2、R1、R2、R3、C2等组成多谐振荡器，平时SB1处于断开状态，此时由于555的4脚通过R1、C1接地，处于低电平，故555处于复位状态，3脚也输出低电平。当SB1被按压后，V_{CC}通过VD1向C1充电，很快使得555的4脚呈现高电平，555开始振荡。当松开按钮SB1后，由于C1还存有电荷，555的4脚仍为高电平，555仍将维持振荡状态，此时的振荡频率比按压SB1时的要低。随着C1通过R1逐步放电，C1两端电压逐步降低，直至555的4脚为低电平，使得555再次处于复位状态，停止振荡。因此本电路在SB1按下时发出高音的“叮”声，松开SB1后发出“咚”声。

4. 能记忆的门铃

电路图如图6所示。该门铃具有记

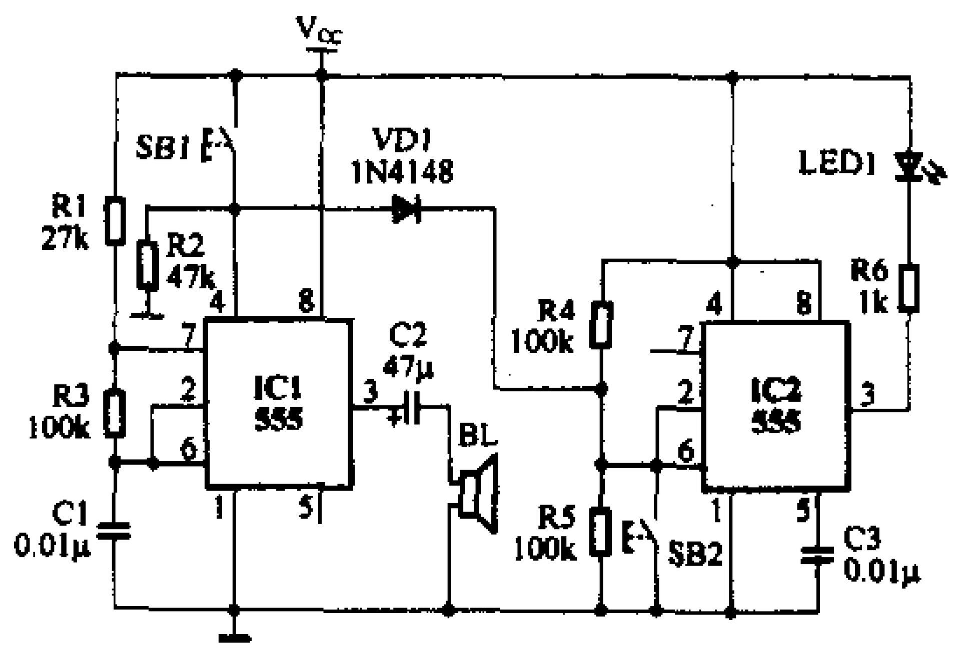


图6

忆能力，当有人按过门铃后，如果家中无人，则发光二极管就保持长时间显示状态，直到主人回家后，按复位开关，LED1才会熄灭。以此来提示主人，有客人来访过。

SB1是门铃按钮开关，SB2是清除记忆指示的复位开关。IC1组成音频振荡电路，IC2构成RS触发器电路。平时IC1的4脚通过R2接地，故处于不输出状态，扬声器无声，按动SB2，使IC2第3脚输出高电平，LED1不发光。当有客人按动SB1时，则IC1产生音频振荡，同时通过VD1给IC2加上高电平，IC2的3脚输出低电平，LED1点亮，表示有客人来过。IC1的振荡信号还通过C2推动扬声器报信。

当SB1断开后IC1停振，扬声器无声。但是此后VD1反偏截止，使IC2保持低电平输出，LED1维持点亮状态。直到主人来按一下SB2后才能使LED1熄灭。

5. 自动延时开关

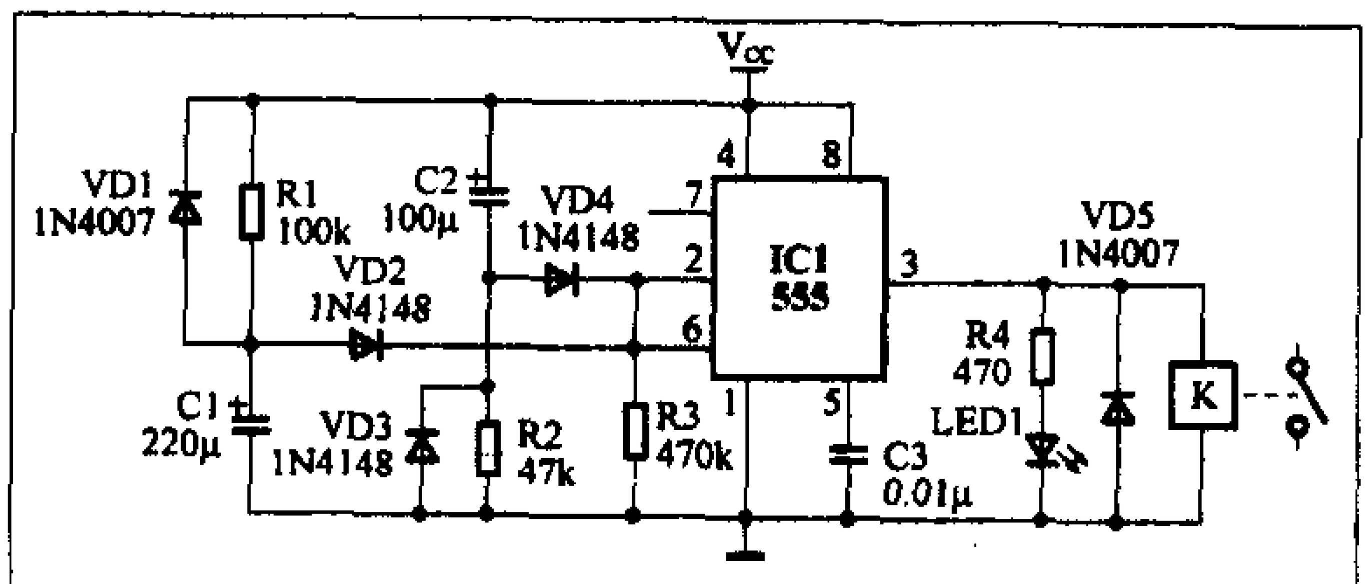


图7

电路图如图7所示。本电路可以实现开机上电延迟接通继电器，过一段时间后再自动切断继电器，实际上是一款有2个延时阶段的电路。电路通电后，C2开始充电，由于电容两端电压不能突变，在充电的开始瞬间可以看成短路，故VD4的正极相当于加载了V_{CC}，因此VD4导通。同时C1两端为低电平，VD2截止，故555集成电路的2、6脚为高电平，555电路复位，输出端3脚输出低电平。随着C2不断充电，其两端电压增大，VD4将在某时刻截止，555电路的2、6脚由于下拉电阻R3的作用变为低电平，故555电路置位，3脚输出高电平，K得电吸合，其常开触点接通，同时LED1点亮，指示负载已接通，第一阶段延迟结束。

由于此时C1两端电压并未充到能使VD2导通的电位，故第3脚仍维持高电平不变。随着C1两端电压不断升高，最终使VD2导通，阈值端6脚电位高于2／3 V_{CC}，555电路复位，第二阶段延迟结束，3脚将保持低电平不变，直至关掉电源V_{CC}为止。延迟时

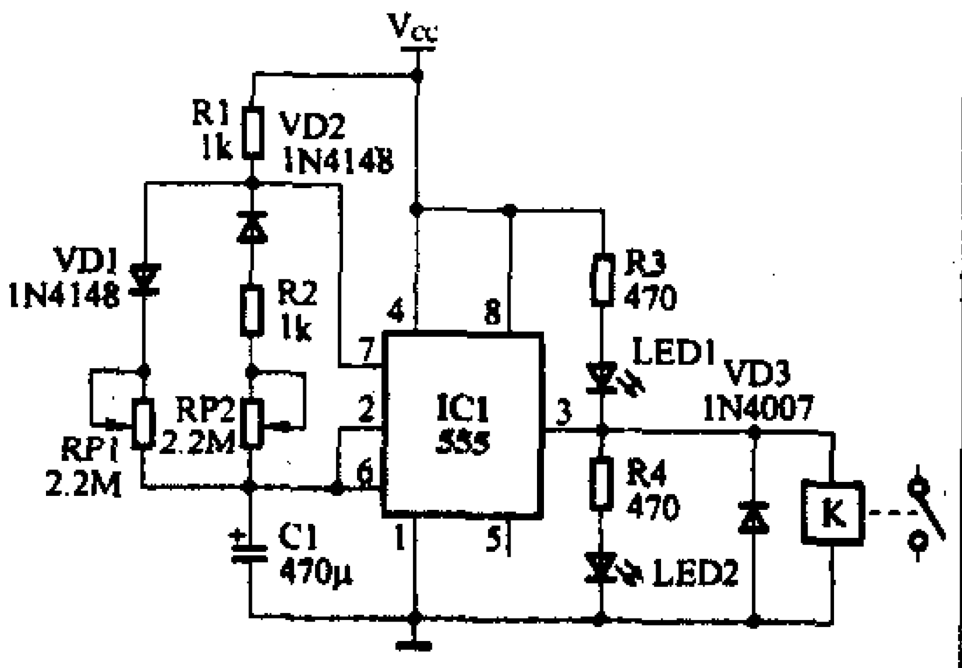


图8

间为：第一阶段延时时间＝$1.1 \times R2 \times C2$，第二阶段延时时间＝$1.1 \times R1 \times C1$。

6. 通、断时间分别可调的循环定时器

电路图如图8所示。555电路接成无稳态方波发生器以构成循环定时器，刚开机时，C1两端电

趣味报晓“电子鸟”

文/张晓东

这实用而有趣的电子小装置，能够在天亮时自动发出阵阵婉转、动听的模拟小鸟鸣叫声，提醒主人：天亮了，该起床啦！这对厌倦了都市繁忙、紧张生活的人们来说，每天清晨一醒来就仿佛置身于乡间田园的大自然环境中，定会带来一天的轻松愉快好感觉！

一、工作原理

报晓“电子鸟”的电路如图1所示。由于它采用了模拟鸟叫声专用集成电路A，所产生的鸟叫声十分逼真，可以达到以假乱真的地步。

光敏电阻器RL和微调电位器RP组成光控电路，它对模拟声集成电路A起光触发作用。天亮时，光敏电阻器RL受光线照射，其内阻仅为数千欧姆，模拟声集成电路A的触发端TG通过RL从电源正极获得高电平（> $1/2V_{DD}$=1.5V），A受触发从输出端OUT反复输出内储模拟鸟叫声电信号，经晶体三极管VT功率放大后，推动电磁讯响器B发出鸟鸣声。天黑时，光敏电阻器RL因无光照，其内阻增大至200kΩ以上，模拟声集成电路A失去合适触发信号不工作，电磁讯响器B亦不会发声。

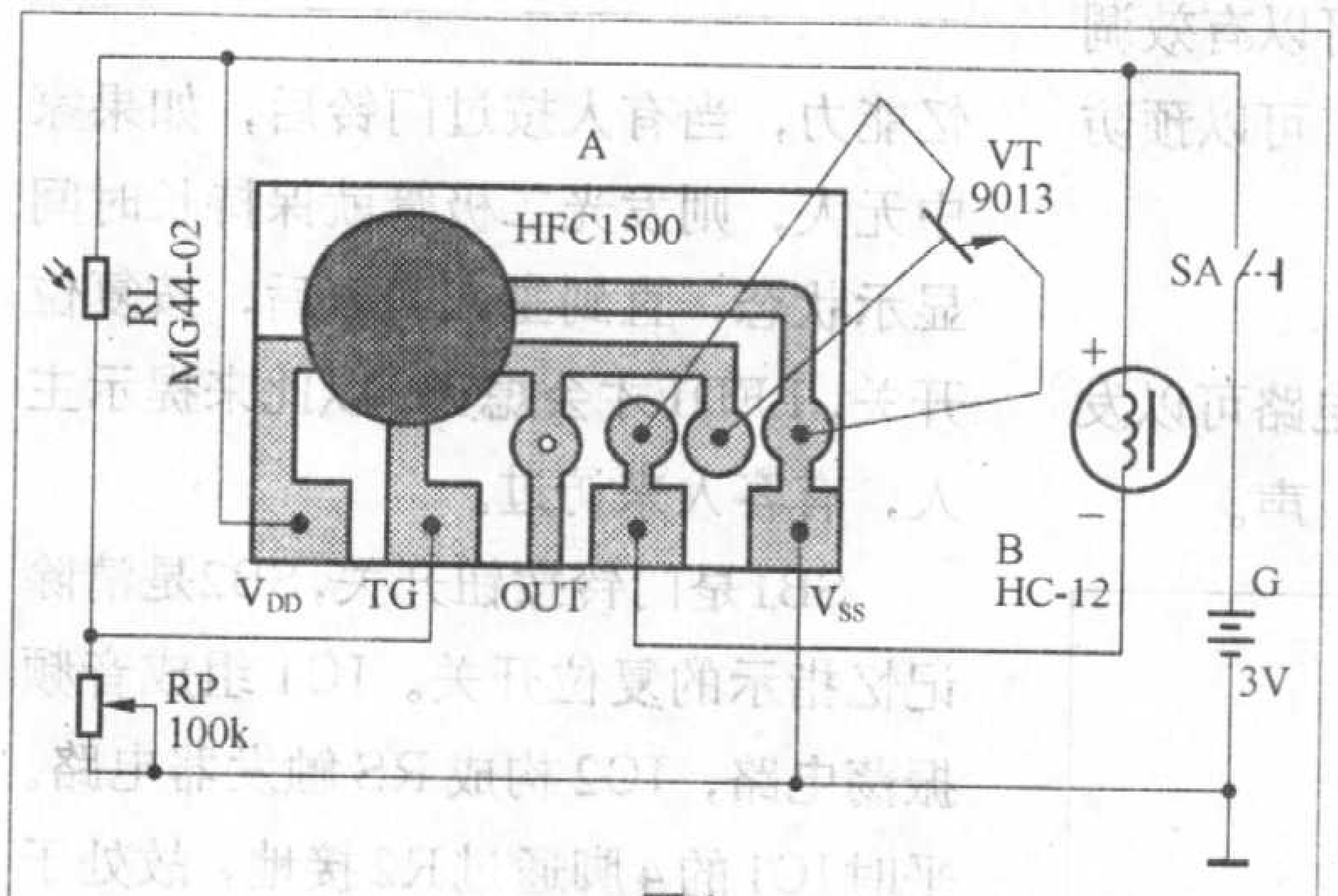


图1

电路中，微调电位器RP用来调节光控灵敏度。实际上模拟声集成电路A的触发电平高低由光敏电阻器RL和微调电位器RP对电池G的分压决定，在RP调定的情况下，RL接受光线多少将直接决定A获得的触发电平高低。

二、元器件选择

A选用HFC1500系列产品中内储鸟叫声的模拟声集成电路，它采用软包封装形式制作在一块尺寸仅为20mm × 12mm的小印制电路板上，并留有外接功率放大晶体三极管的焊接脚孔等，使用很方

压为零，555触发端2脚为低电平，555的3脚输出高电平。继电器K得电吸合，此时通电指示灯LED2点亮发光。这时555电路内部放电管截止，7脚被悬空。所以V_{CC}经R1、VD1和RPl向电容C1充电，当阈值端6脚电位上升到2/3 V_{CC}时，555电路复位，3脚输出低电平，LED2熄灭，K同时失电断开，这时断电指示灯LEDl点亮发光。此时555电路内部放电管导通，555电路的1、7脚被内部放电管短接，所以C1储存的电荷就通过RP2、R2和VD2向555电路的7脚放电，使2脚电位不断下降。当2脚电位降至1/3 V_{CC}，555电路又置位，3脚输出高电平，LEDl灭，LED2点亮，K得电吸合。555电路置位后，电源V_{CC}又经R1、VD1和RPl向C1充电……周而复始，555电路的3脚不断交替地输出高电平与低电平，通过继电器K控制负载开与关。调节电位器RPl和RP2可以分别调整开与关的时间。VD3是起续流作用的二极管，当IC1的3脚由高电平变成低电平时，继电器K线圈内存有的电荷，形成电动势，VD3的存在可以吸收这一电动势，避免其对IC2的3脚反向灌流。VD3的接法在很多含有小型继电器的电路中有着广泛的应用。

7. 光控开关

电路图如图9所示。555电路接成施密特触发器，光敏电阻器RG1白天受光照射呈低电阻，故555电路的阈值端6脚与触发端2脚电位均高于电源电压V_{CC}的2/3，处于复位状态，3脚输出低电平，继电器K不动作。晚上，环境光线变暗，RG1呈高电阻，使得555第2脚电位下降，当降至电源电压V_{CC}的1/3时，555电路置位，3脚输出高电平，K得电吸合。调节RP1阻值，可调整光控阈值。R1、C1构成积分电路，可起吸收抗干扰作用，可防止夜间短暂光线变化使电路发生误翻转。（相关产品信息请参见本期第72页）

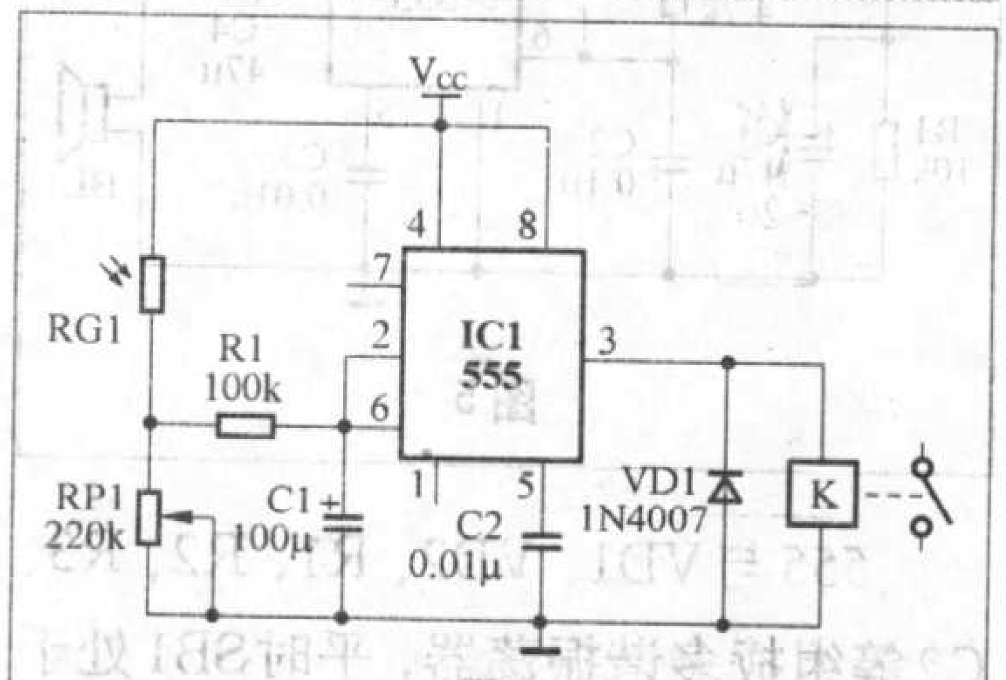


图9

便。HFC1500的主要参数：工作电压范围1.3V～3.6V，典型值3V，触发电流≤40μA；当工作电压为3V时，实测输出电流≥2mA、静态总电流<1μA；工作温度范围−10℃～60℃。

如果读者手头无HFC1500模拟鸟叫声集成电路，也可用其他厂家生产的同类型模拟鸟叫、公鸡叫、甚至军号声或普通音乐集成电路来直接代替。代替时注意：不论型号、外形如何，只要分清楚电源正极（V_{DD}端）、电源负极（V_{SS}端）、高电平触发端TG和音频输出端OUT（接功率放大晶体三极管的基极），均可直接接入电路代替HFC1500模拟鸟叫声集成电路。

晶体管VT可用9013（集电极最大允许电流I_{CM}=0.5A，集电极最大允许功耗P_{CM}=625mW）或3DX201、3DG12、3DK4型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta>100$。

B用HC−12型微型电磁讯响器，其外形尺寸及引脚排布如图2所示，它

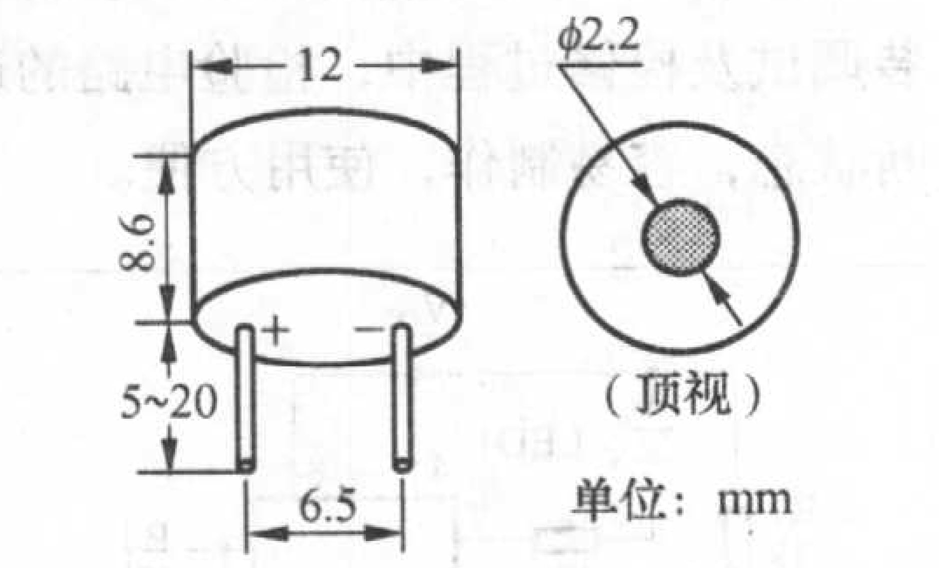


图2

的最大特点是：发声效率高、体积（ϕ12mm×8.6mm）小巧。HC−12型电磁讯响器的主要参数：直流阻抗16Ω，用声级计在距离器件10cm处测得声压电平≥82dB，重量2g。HC−12也可用同类产品——YX型微型直流电磁讯响器来直接代换。

如果一时购买不到电磁讯响器，可按照图3所示用一个压电陶瓷片B1和一个固定电感器L并联后来代替，其发音量与电磁讯响器相差无几。B1选用FT−27或HTD27A−1型压电陶

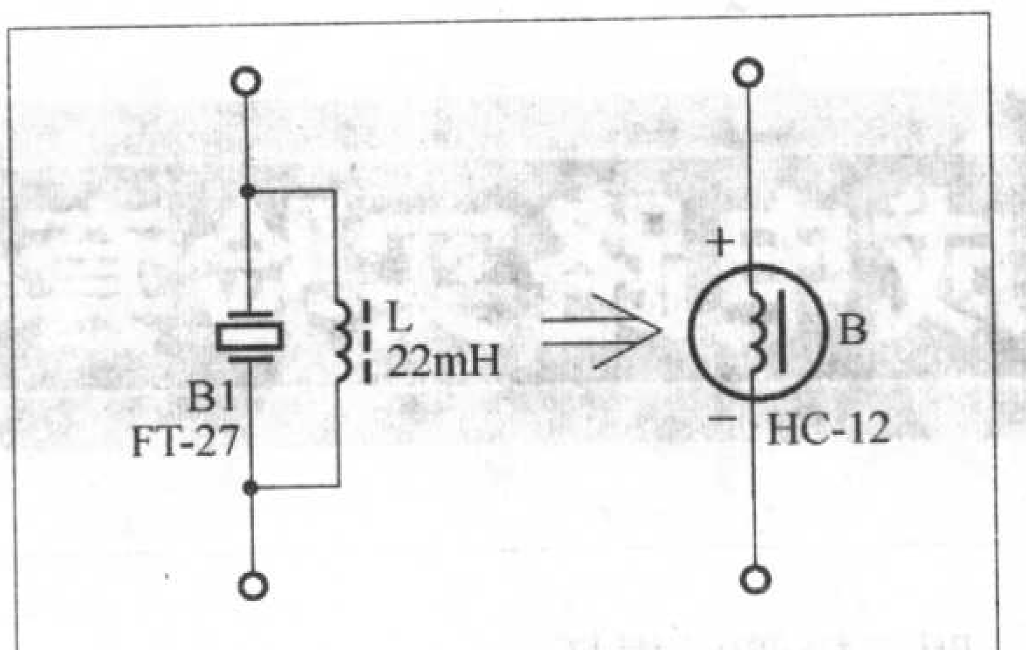


图3

瓷片，要求带有简易助声腔盖（也叫共振腔盖或共鸣腔盖），以增大音量；L用LG2−22mH型固定磁芯电感器，它与呈电容特性的压电陶瓷片B1构成LC并联谐振回路，可显著增大B1的发音量。

RL选用MG44−02型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻小于2kΩ、暗阻大于200kΩ的普通光敏电阻器来代替。RP可用普通WH7−B或WH124−2型微调电位器。SA用CKB−1型小型拨动开关，亦可用其他小型单刀单掷开关。G用两节5号或7号干电池串联（配塑料电池架）而成，电压3V。

三、制作与使用

整个电路以模拟声集成电路A为基板进行焊接，无需另外再设计制作印制电路板。焊接时要特别注意，因为所用模拟声集成电路A系典型的CMOS电路，所以电烙铁外壳必须要有良好的接地，也可拔去电烙铁的电源插头利用烙铁余热焊接，这样就可避免集成电路被交流感应电压击穿，造成永久性损坏！焊接的电烙铁要用功率小于30W的，每个焊接点时间勿超过2s，助焊剂宜用普通松香，不能用焊油或焊膏。这些焊接要点适合所有的CMOS集成电路和一般电子制作，初学者应牢记并掌握运用。

全部电路装入一个体积合适的扁圆形塑料盒（如护肤霜空盒）内，盒面板开孔固定光敏电阻器RL和电源开关SA，并为电磁讯响器B开出释音孔。电路盒上面还要固定一只小鸟造

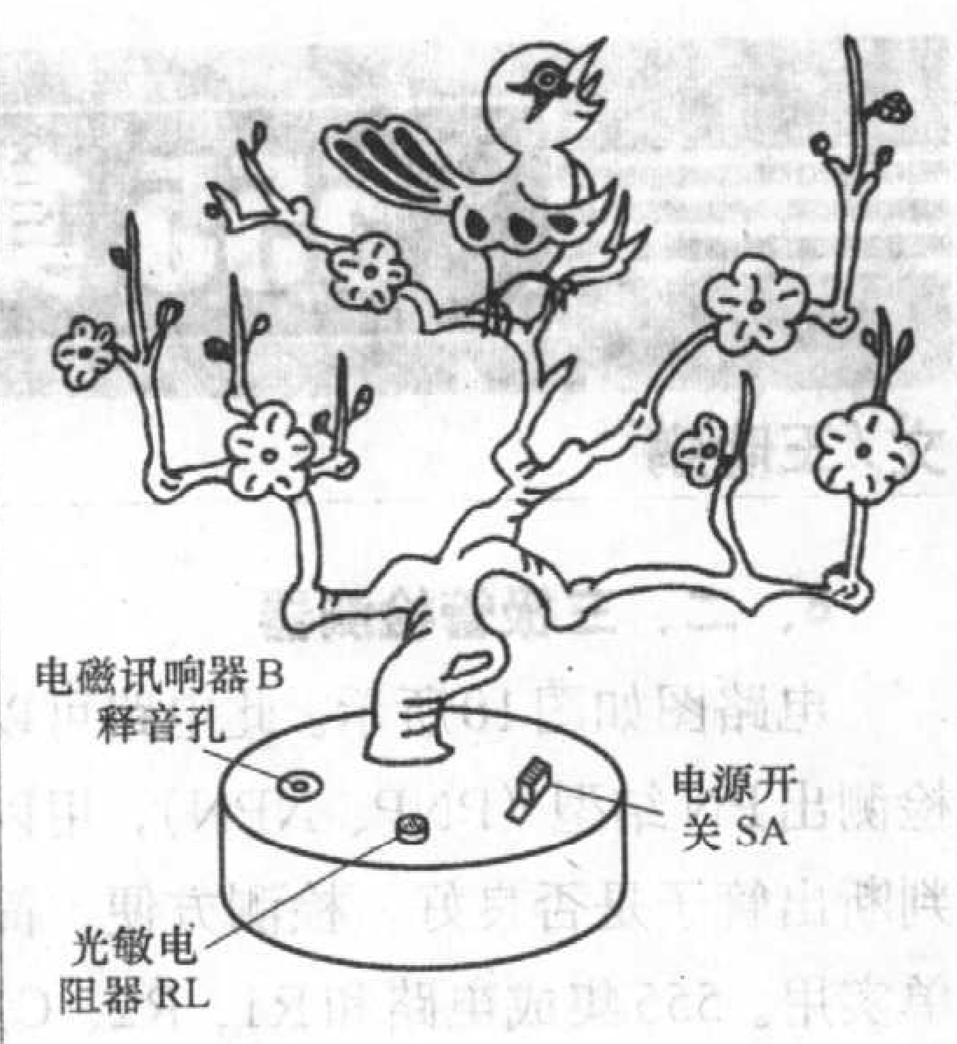


图4

型的工艺品或儿童塑料玩具，以起到装饰美化作用。制作成功的报晓“电子鸟”外形如图4所示。

此电路调试很简单：在天刚放亮、需要鸟鸣的环境条件下，由小往大缓慢调节微调电位器RP的阻值，使电磁讯响器B刚好发声为止。如果电路在调节或使用时产生自激振荡，可通过在模拟声集成电路A的电源端跨接一只22μF～47μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。

使用时，将报晓“电子鸟”放置在窗台上易接受到外界自然光线的地方，在晚上临睡觉前闭合电源开关SA。第二天早晨天刚放亮，报晓“电子鸟”便会自动发出鸟叫声，直到主人起床后打开电源开关SA为止。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

555集成电路实验套件（下）

文 / 王晓鹏

8、二、三极管检测器

电路图如图10所示。此电路可以检测出PN结型（PNP、NPN），用以判断出管子是否良好，检测方便，简单实用。555集成电路和R1、R2、C1等组成一个无稳态多谐振荡器，其振荡频率为

$$f=1.44/(R1+2R2)C1$$

将待测的晶体三极管的相应极插入管座相对应的e、b、c极孔中（若为二极管，则插入e、c两孔中）。如果被测管是PNP型，且为良好，它只能在555输出振荡方波低电平时，为PNP管提供导通通路，即在方波低电平时导通，与之串接的LED2发光管得电发光；而在振荡方波为高电平时，PNP管截止，LED1、LED2均不会发光。

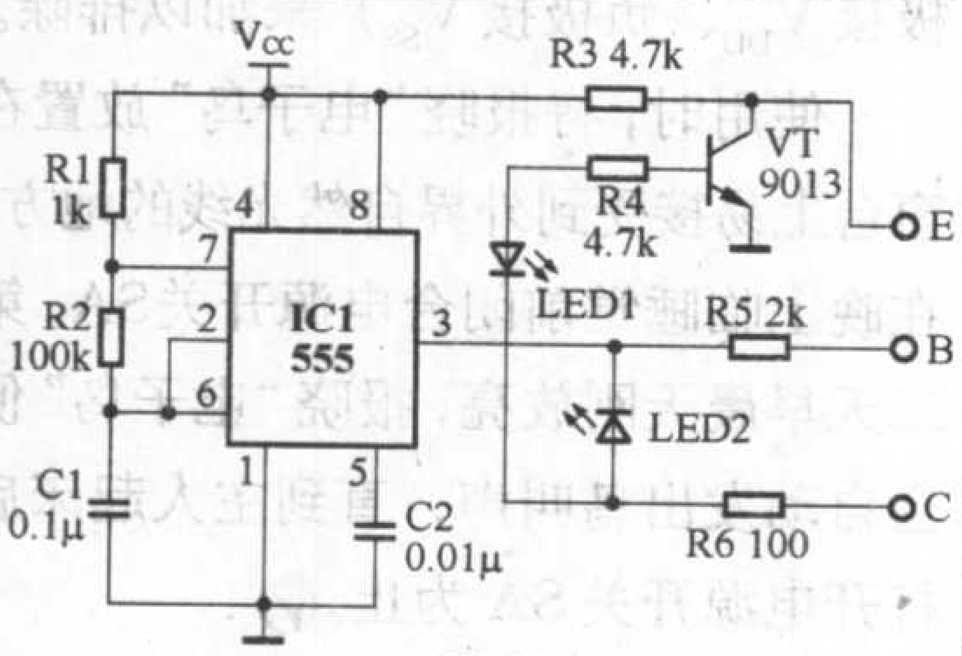


图10

如果被测晶体管是NPN型，其管子工作及导通情况，正好与上述的PNP管相反，若为好管，LED1点亮发光，LED2不亮。因此，由LED1或LED2的发光情况，可判断出是NPN，还是PNP以及其好坏。对于被损坏断路的三极管，LED1、LED2均不会发光；而对于被击穿c、e极的三极管，则在振荡方波的高、低电平会轮流点亮，只是由于人眼视觉的滞留作用，看起来二者都亮。因此，在检测三极管时，LED1、LED2二者都亮或都不亮，说明三极管已损坏。

对于二极管，包括硅管或锗管，其好坏的判别方法同三极管，但在插管脚时，只插e孔和c孔即可。

9、数字逻辑测试笔

电路图如图11所示。本电路利用了555电路的触发端2脚和阈值端6脚的置位和复位特性，组成对数字逻辑状态是否正常进行检测的测试笔。假如当探头IN输入为低电平“0”时，LED2点亮，当输入高电平“1”时，LED1亮。R1、C2和R2、C3网络为加速网络。该逻辑笔适用于TTL、CMOS等数字电路的测试。测量时应使本电路与被测电路共地。

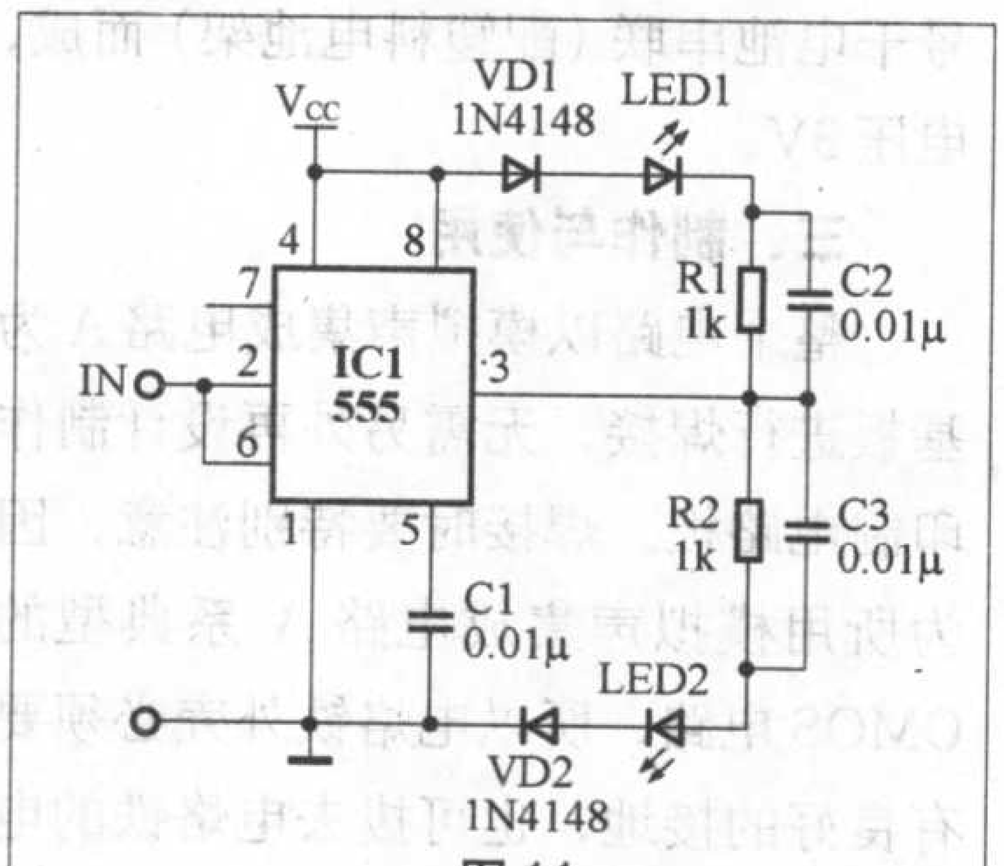


图11

10、音频信号发生器

电路图如图12所示。本电路可以做为音频信号源，用于对各种音频电路的检修测量。当电源接通后555就开始音频振荡，通过C2电容器耦合输出。其振荡过程是：首先通过R1、R2使C1充电，当C1上电压达到约2/3V_{CC}时，555输出端3脚由高电平变为低电平。7脚与1脚之间导通，接着C1通过R2放电，C1上电压下降到约1/3V_{CC}时，555的7脚与1脚之间截止，3脚输出变成高电平。如上所述，C1重复

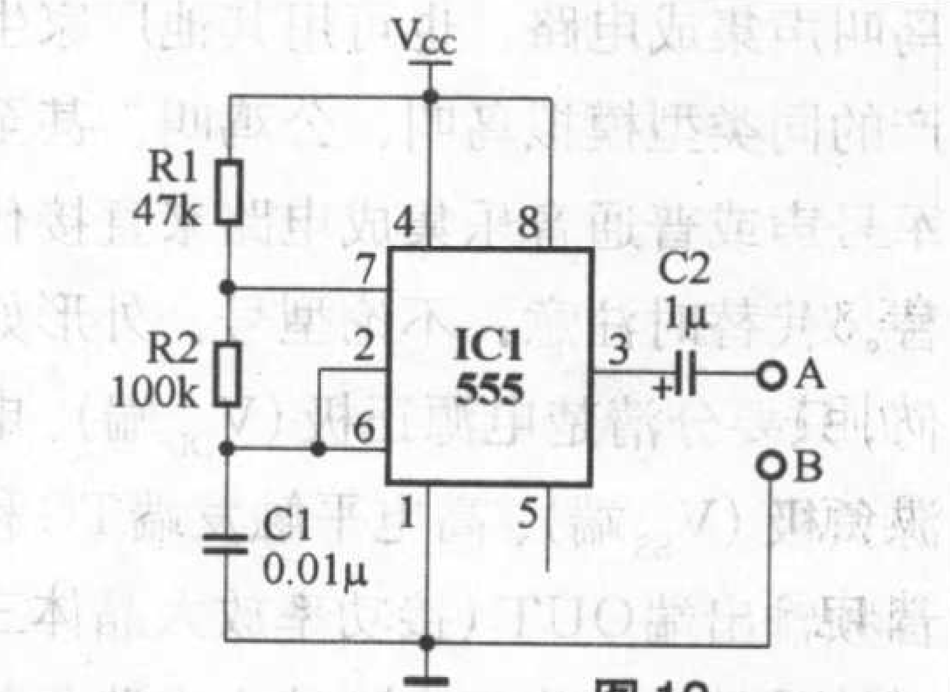


图12

进行充电-放电，就形成音频振荡。输出振荡信号高电平接近V_{CC}，低电平接近0V。振荡频率约为：

$$f=1.44/(R1+2R2)C1$$

按图中元器件值，振荡频率约580Hz。

11、通路检测器

电路图如图13所示。本电路也是一种通路检测器，适合在电子设备安装调试及检修过程中，检验电路的通断状态，容易制作，使用方便。

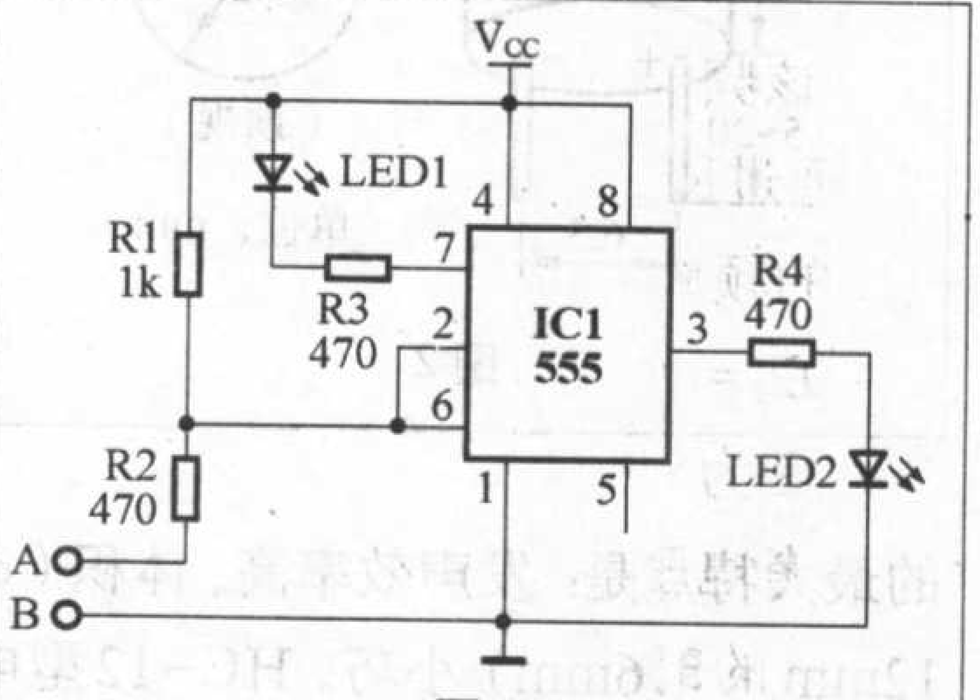


图13

555集成电路接成滞后比较电路。A和B是检测探头。在检测之前，A与B开路悬空，等效于开路，这时555的2脚与6脚为高电平，3脚与7脚输出低电平，故LED1发光，LED2不发光。因此，当A、B接入被测电路的两端点，如果LED2发光表示A、B之间为通路，否则LED1发光。

一般情况下，被测电路的两点间

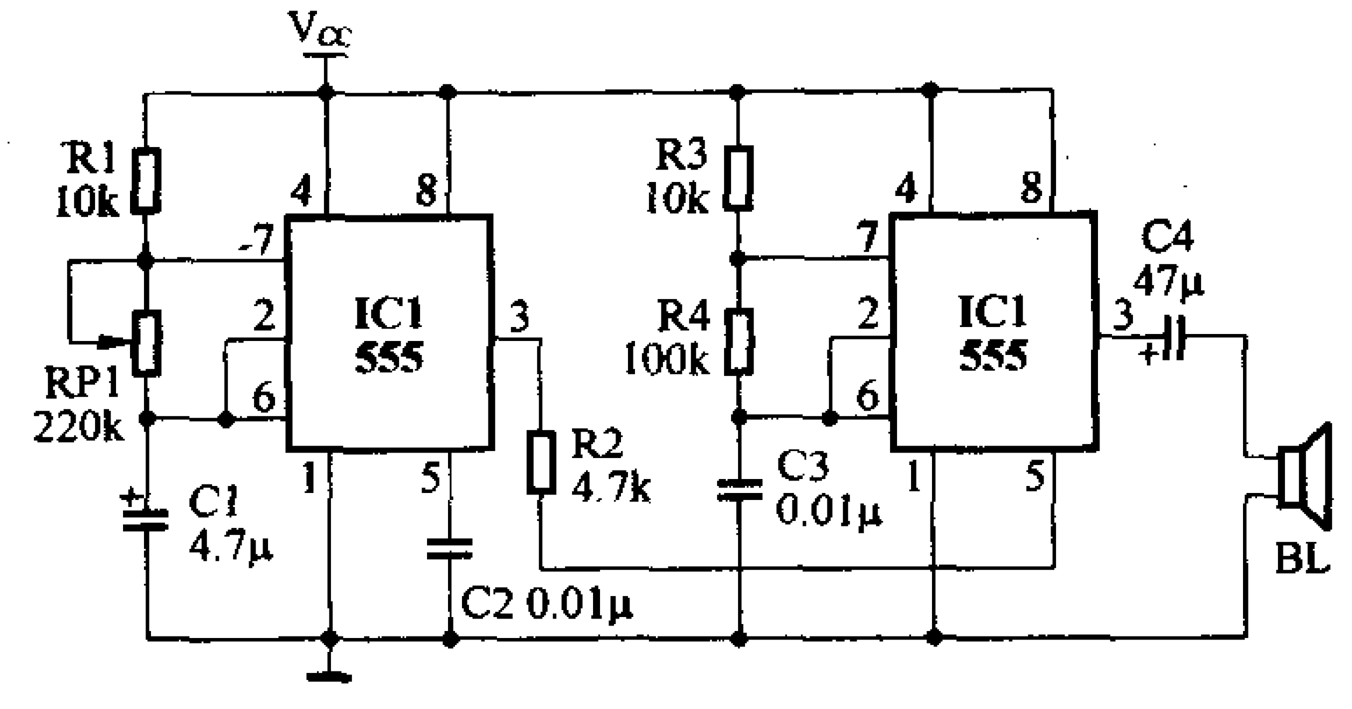


图 14

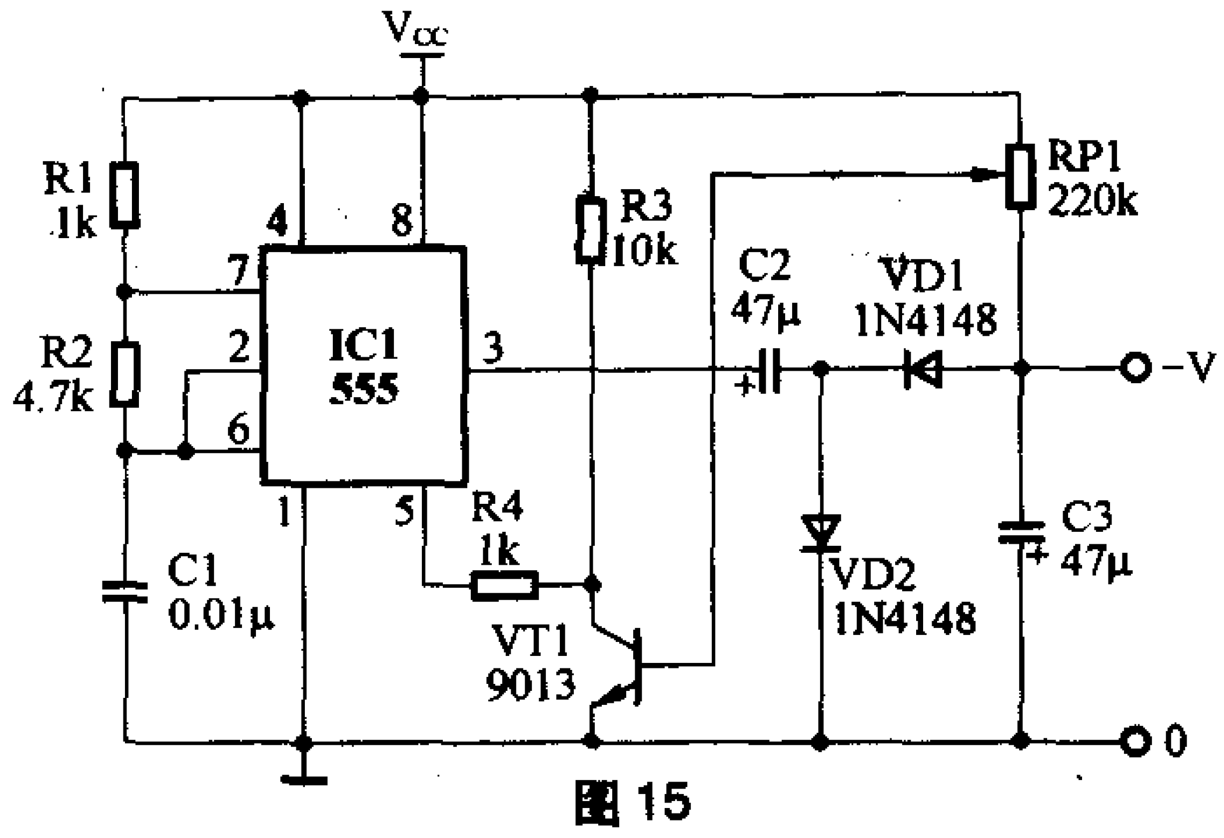


图 15

等效电阻≤30Ω视为通路，>30Ω视为阻路。当A、B两探针接触被测电路两点时，若>30Ω，则555的2脚与6脚电压大于电源电压的1/3，故输出状态不变，两个LED发光状态也维持不变。若<30Ω，则555的2脚与6脚电压就小于电源电压的1/3，故3脚输出翻转成高电平，使LED2发光指示，同时7脚内部开路，使LED1截止不发光。

12、急救车警报器

电路图如图14所示。本电路可以模拟急救车发出的警笛音色。电路由两只555组成，它们都工作在多谐振荡状态。IC1的工作频率比较低，其频率为：

$f1=1.44/(R1+2RP1)C1$

该频率由IC1的3脚输出振荡方波，通过R2用来控制IC2的振荡频率。IC2的频率为：

$f2 = 1.44/(R3+2R4)C3$

因为555的5脚控制端如果外接一个参考电压，则可以改变触发电平值，当IC1的3脚输出方波为低电平时，通过R2，加到IC2的5脚，IC2的振荡频率就变低，当IC1的3脚输出为高电平时，IC2的振荡频率变高，其变化的信号通过C4，使扬声器发出高、低音交错的鸣叫，近似急救车的警笛声。

改变R3、R4、C3的值，警笛声的频率也会发生相应的变化。

13、正电压负电压变换器

电路图如图15所示。本例介绍的电路可实现将正电压变换为负电压，输出的负电压在5V～10V内连续可调，电流在50mA内。555集成电路和R1、R2、C1等组成频率约10kHz的方波多谐振荡器，VD1、VD2是用于整流的二极管，VT1用于反馈稳压。当555的3脚输出脉冲为正半周时，电荷通过VD2向C2充电，使C2上电压达10V以上。555输出负半周期间其1、3脚导通，C2通过VD1向C3充电。经过反复充放电，C3上就输出负电压。调节RP1可改变输出的负压电压值，负压变化范围为−10V～−5V。

当输出负电压过大时，VT1电流减小，集电极电压升高，因此555的5脚电压随之升高，于是导致振荡频率下降，使输出的负电压减小。反之，输出负电压下降时，振荡频率升高，以保持输出电压稳定不变。

14、DC-DC升压输出电路

电路图如图16所示。本电路可以实现直流升压输出，而且不需要变压器。555集成电路和R1、R2、C1组成无稳态多谐振荡器，按图中阻、容参数，振荡频率约在5kHz左右，经VD1、VD2整流、倍压输出。假如输入电压 V_{CC}=12V，则输出电压约在20V～24V，根据负载大小而有所变化。

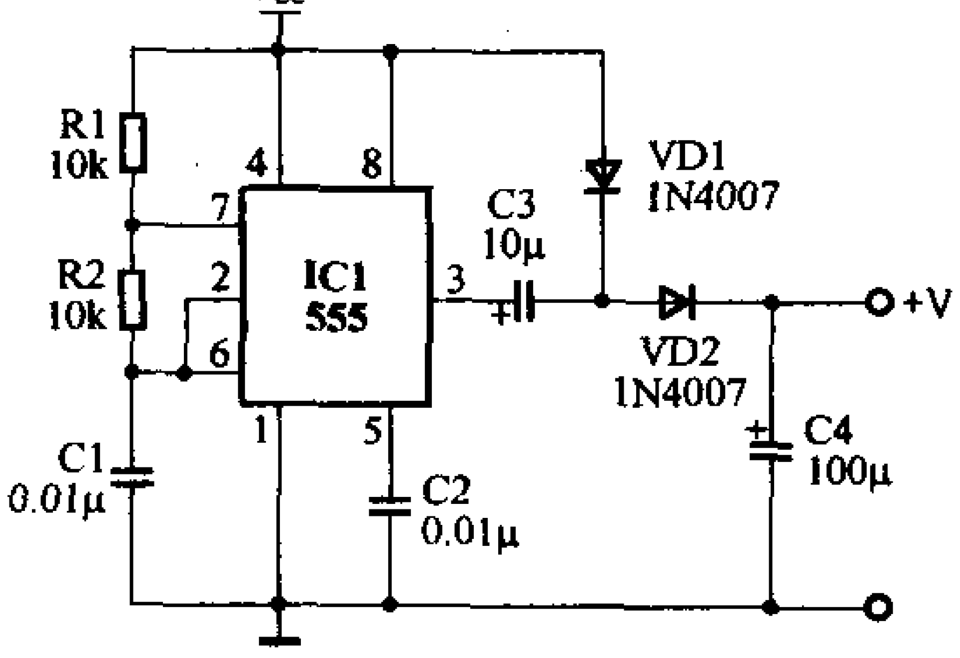


图 16

15、电子定时、催眠器

电路图如图17所示。IC1和R2、RP1、C1等组成单稳定时电路，SB1为定时启动按钮。当SB1按动一下，则IC1置位，3脚呈现高电平，计时开始，定时时间 $T=1.1(R2+RP1)C1$，按照图中参数对应的定时时间大致在20分钟到40分钟。3脚的高电平使IC2得电，IC2开始工作。R3、RP2、C3等组成无稳态多谐振荡器，图中参数的振荡频率大致在0.4Hz～14Hz之间，可以通过RP2进行调节。该振荡频率通过IC2的3脚输出到扬声器，发出类似雨滴的声音，催人入睡。当IC1定时时间到，其3脚输出低电平，IC2失电，停止工作，实现自动停机。

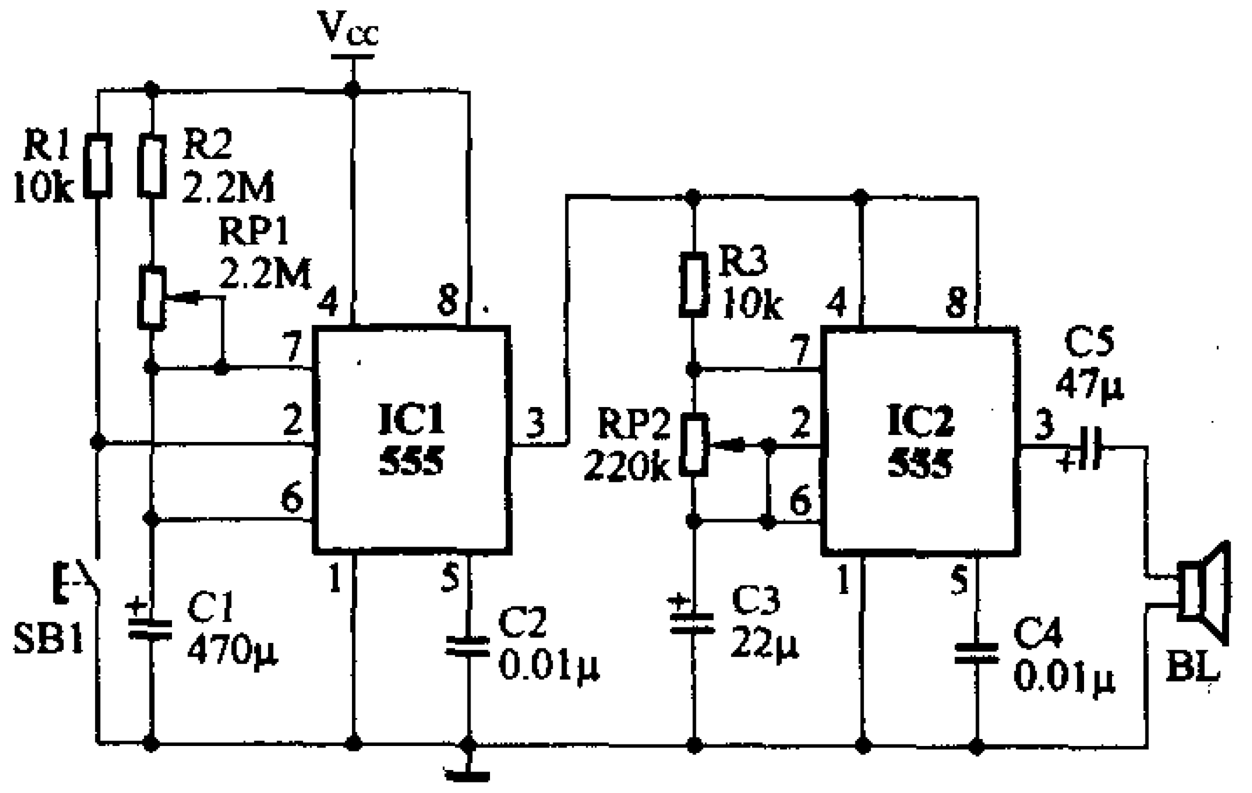


图 17

如果需要更长时间的定时，可以通过调换更大阻值的RP1来实现。(相关产品信息请参见本期杂志第71页)

自制钻孔模板

文/邢志鹏

在业余电子制作中，电路板制作质量的好坏直接关系到作品的质量好坏，好的电路板设计不但能使作品美观更能减少调试时的故障发生率。业余制板过程中的钻孔大部分电子爱好者仍然使用的是手电钻，有的甚至是手捻钻，这样不仅制作效率大打折扣，在钻孔的过程中尤其是在钻集成电路引脚孔时不一定能保证单排孔都在一条直线上，安装零件时容易引起零件扭曲影响美观。虽然Protel在打印图板时可以预留钻孔位置，但这也不算完美，购买数控钻床对我们来说不太现实，在我总结了无数钻孔失败的教训后，得到了一个经济可行、制作精美的钻孔方法——自制钻孔模板。

此模板的制作花费并不多，都是日常的一些物品，但关键是选料和后期的精确制作，制作过程中要用到台钻，没有台钻的爱好者可以委托五金店代为制作。

所用原材料为：厚约5mm的高硬透明塑料板一块，木板一块，家具紧固用旋钮4个。

材料选择：塑料板一定要选择硬度高的。可以选择厚度5mm左右的钢化塑料板，一定要透明（原因后文有介绍）。大小可根据平时自己制作电路板的大小来确定，一定要大于电路板的尺寸。实在找不到此材料的爱好者可以到文具店去转一下，应该能找到塑料工程制图用的直尺，买时要用手试一下硬度，一定要选工程制图用的。我的第一个模板就是用工程制图用直尺制成的，但使用中发现因经常与高速电钻接触磨损严重，但只要不是频繁使用，效果还是挺好的，家具紧固

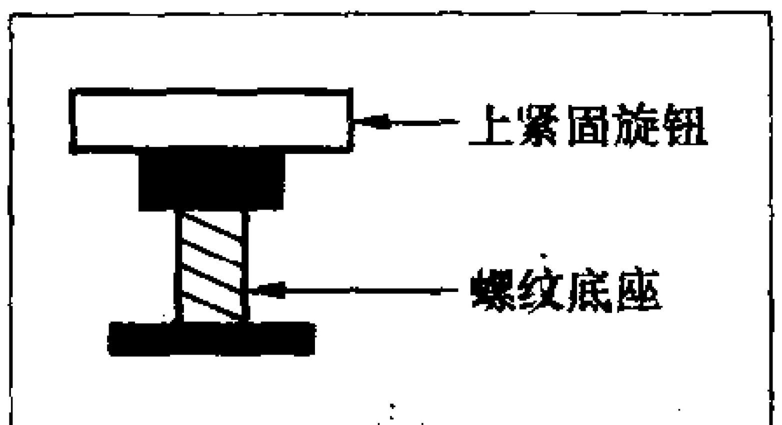


图1

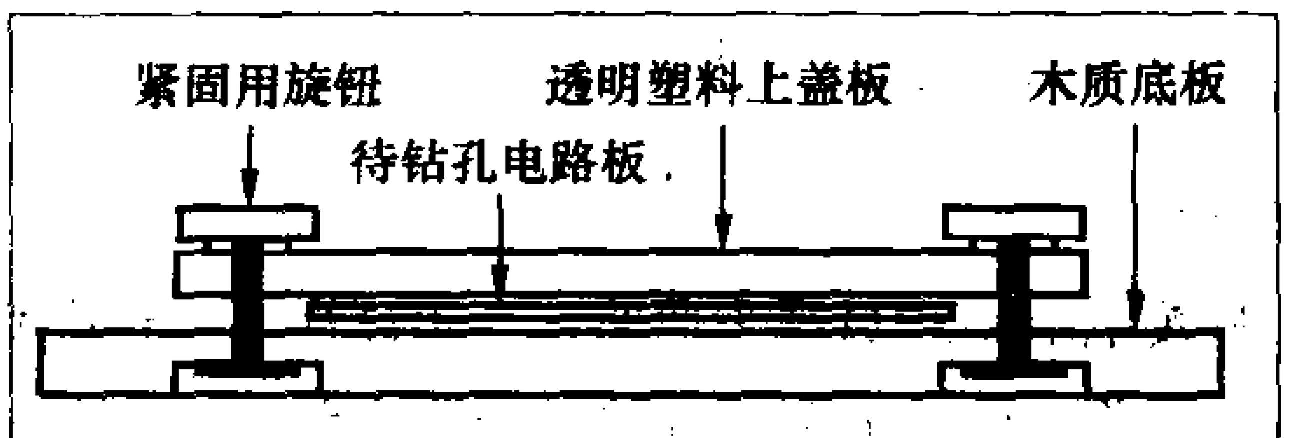


图2

用旋钮在一些可调高低的电脑桌上常用到，图1可供大家参考。

材料选好后制作就是作品成功的关键，模具的结构纵剖图展示如图2所示。

大家可以发现其结构相当简单，非常容易制作，尺寸可以根据平时自己制作的板卡大小自行选择。下面对上盖板模孔制作做一下介绍，所谓模板便是在塑料板上打出排列成规定形状的孔，打孔时将待打孔板固定于塑料板下直接将钻头伸进塑料板中打孔即可，因为塑料板足够厚可以保证钻头在打孔时与电路板垂直，这也是我一再强调为什么要用厚塑料板的原因，因此模板钻孔的整齐程度如何决定了电路板上的整齐程度，所以模板钻孔至关重要，图3是简易上盖板示意图。

此简易上盖板的模孔根据的是40脚集成电路标准尺寸和16脚（经常用单片机的朋友可以选20脚）集成电路标准尺寸钻成，完全可以涵盖一般阻容元件引脚的标准尺寸，使用起来还算方便。采用简易上盖板，因为电路板要经常在盖板下变动位置以便模孔能完全覆盖电路板的焊盘，所以此上盖板的尺寸要大。

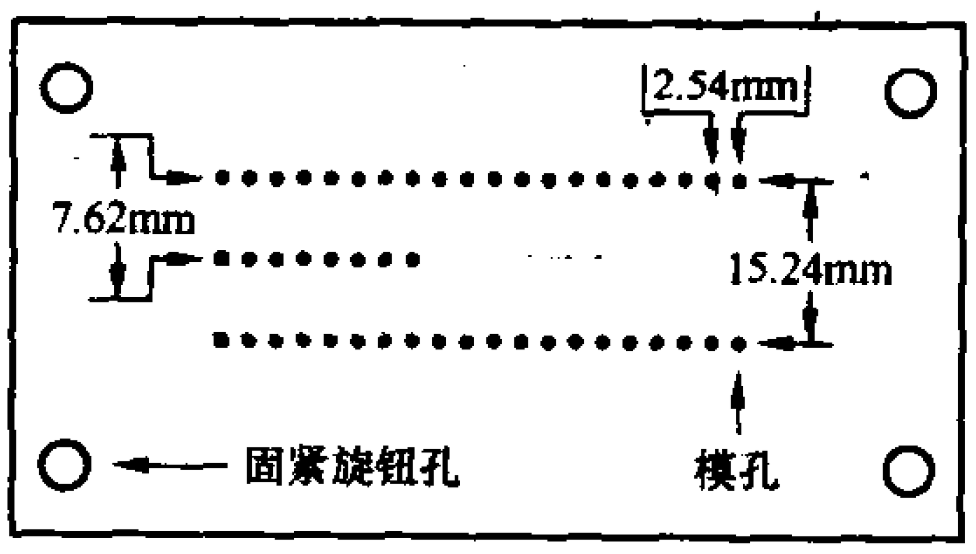


图3

而改进后的模板上模孔较多，一般将电路板固定于模板中后，模孔基本可以完全覆盖所有的焊盘，使用过程中一般不需要移动电路板。图4是此改进后的上盖板示意图。

上盖板钻孔过程稍微有些讲究，为保持模板完工后使用过程中钻头与电路板完全垂直，初期上盖板模孔制作一定要使用台钻，最好是大型高速钻床，钻孔后无杂边，可以使模孔整齐美观，不推荐使用电路板钻孔用的小型台钻，失败的可能性较大。下面介绍一个钻模孔的快捷方法：相信不少朋友都用过实验电路板，上面已经钻好孔，不少产品采用数控钻床钻孔，孔与孔之间按标准间距排列(2.54mm)，我们不妨用它来做钻上盖板模孔的模板。那么为什么不用实验板作模板来给电路板钻孔而非要把孔复制到透明塑料板上呢？关键就在于将实验板放在电路板上因为不透明我们不能知道电路

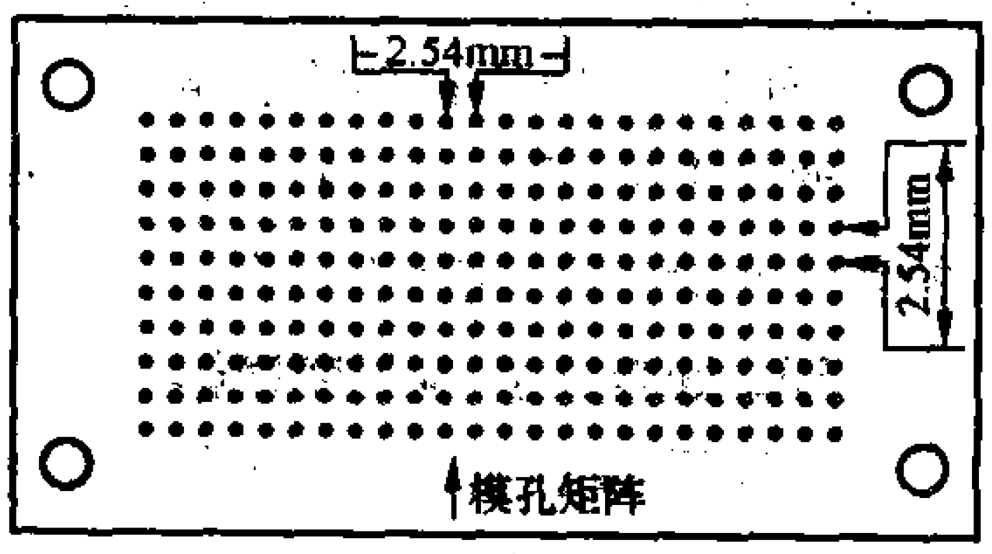


图4

测光文具盒

文 / 张晓东

青少年看书写字时，如果不注意环境光线的强弱，长期在光线太暗的环境下学习，就会加重用眼负担，日久容易患上近视眼病。

这里介绍一种实用有趣的测光文具盒，它融普通文具盒与学生阅读书写环境照度监视器(实为测光显示器)为一体，可有效指导学生在合适的光线下学习，以保护视力。

一、工作原理

测光文具盒的电路如图1所示，它实际上是一个光线强弱检测显示器。光敏电阻器RL与微调电位器RP组成光－电转换器，并与作为晶体三极管VT2偏置电阻器的R1、R2构成了测光电桥。晶体三极管VT1、VT2构成简易差分放大器，R3既是发光二极管VD1、VD2的限流电阻器，同时也是差分放大电路的负反馈共模抑制电阻器。

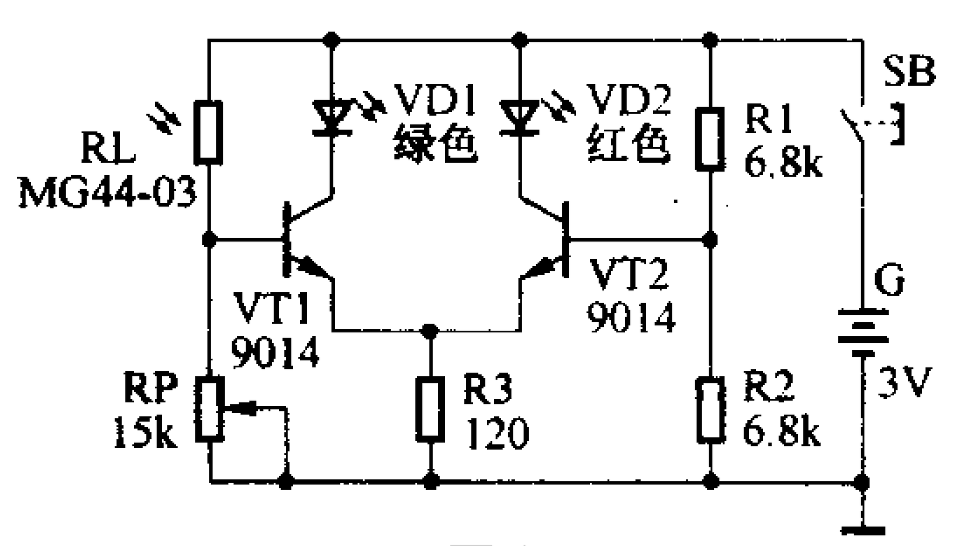


图1

当环境照度发生变化时，晶体三极管VT1的偏置电位会随着光敏电阻器RL阻值的改变而升降，而由电阻器R1、R2提供给VT2的偏置电位则是固定不变的。当环境照度较强时，RL呈低阻值，此时VT1获得较高的偏置电位，使得VT1导通、VT2截止或趋向截止，于是发光二极管VD1发出绿光、VD2不发光或发出红光（仅在接近不允许阅读的最低照度时才发光），表示环境光线明亮，适合看书写字。当环境照度较弱时，RL呈较高阻值，VT1的偏置电位低于VT2的固定比较电位，使得VT1截止而VT2导通，于是VD1熄灭、VD2发出红光，表示环境光线太暗，应及时开灯或停止阅读书写。

电路中，由光敏电阻器RL、微调电位器RP、电阻器R1和R2构成的测光电桥，具有测光灵敏、准确等特点。而由晶体三极管VT1、VT2所构成的简易差分放大器，具有工作状态不受电源电压变化、环境温度变化等的影响，所以尽管电路简单，但工作稳定可靠，完全能够满足测光显示的要求。

二、元器件选择

晶体管VT1、VT2均用9014型(集电极最大允许电流I_{CM}=0.1A，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）硅NPN小功率三极管，要求两管尽量配对、电流放大系数$\beta > 200$。VD1、VD2分别

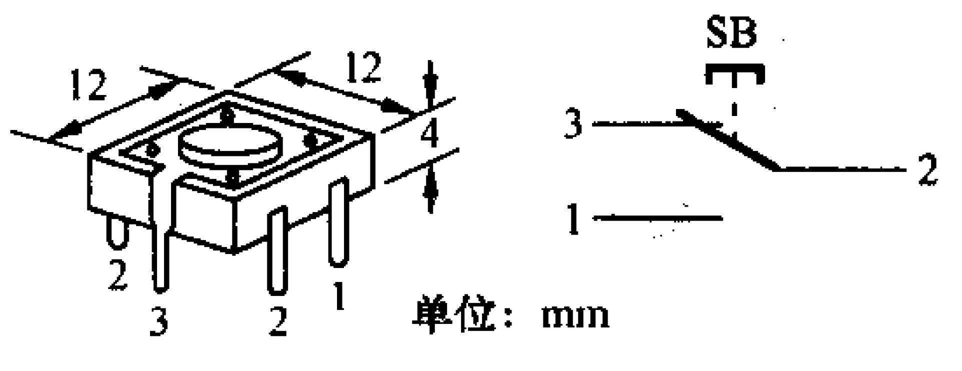


图2

板焊盘在哪更不用说在哪打孔，这也是选透明塑料板的另一个原因。再者实验板太薄，打孔时不能保证钻头与电路板垂直。作模板的实验板要和塑料板紧固在一起，二者之间在打孔时不能有任何相对移动，可以采用木螺丝将实验板和待打孔塑料板叠加固定于平整木板上。

接着就可以放到台钻上钻孔了，钻孔的直径一般选1mm即可，讲求精确的朋友可以制作两个上盖板，一个是1mm直径钻孔，另一个为0.8mm，以便根据不同情况使用。大家经过以上步骤一定能钻出整齐美观的模孔，最关键的一步已经做完，至于木质底板也需要按上盖板模孔样式打孔，钻孔尺寸要比上盖板的大，精度不要求太高，只要使用时钻头钻穿电路板可以顺利进入底板孔即可。完成以上步骤后，此作品便已经基本完成，剩下的步骤就是组装了，大家按图便可顺利完成。

将待打孔电路板放在模板中间，拧紧固定旋钮，然后放到小型台钻下或直接用手电钻打孔即可。打孔时钻头应尽量短（以刚能透过模板的电路板为好)，且要尽量与模孔保持垂直以免将钻头折断。

相信现在不少爱好者都用Protel来设计电路板，焊盘根据网格放置。而此模板的模孔的位置也是根据标准网格大小来放置的，将待打孔电路板固定于模板下时模孔应该能覆盖所有焊盘钻孔，剩下的就是简单的钻孔了。如果不能覆盖所有钻孔只需调整电路板在上盖板下的位置即可。至于电路板上的一些大孔（变压器，全桥等粗脚器件)，因为数量少完全可以不用模板直接打孔。

采用 φ 3mm 的高亮度绿色和红色发光二极管。

RL选用MG44−03型塑料树脂封装光敏电阻器，也可用其他亮阻（在100lx（勒克斯）的光照度下测试）为5k Ω左右的普通光敏电阻器来代替。RP用普通WH7−B或WH124−2型微调电位器。R1～R3均用RTX−1/8W型碳膜电阻器。

SB用新颖KJ−123型转换式轻触开关，它既可当作一般的普通轻触开关来使用，也可作为常闭型轻触开关或转换型轻触开关灵活运用，用途十分广泛。KJ−123的外形尺寸为12mm × 12mm × 4mm，其外形和引脚分布如图2所示，它的脚距等均按标准设计生产，手感与普通轻触开关一样，触点最大负荷为直流0.25A × 28V，完全能够满足一般使用要求。本制作中KJ−123被接成常闭型轻触开关来使用。

G用两粒计算器常用的SR44型(φ11.6mm × 5.4mm)或AG13、G13−A型扣式微型氧化银电池串联而成，电压3V。

三、制作与使用

图3所示为该测光文具盒的印制电路板接线图，印制电路板实际尺寸约为50mm × 30mm。印制电路板上事先应开一11mm × 11mm见方的小孔，用于固放电池G。电池G的电极夹按照图4所示，正极直接用轻触开关SB的引脚（图2中的第3脚），负极用一尺寸为7mm × 7mm的薄磷铜片弯折成“L”形状，并直接焊在电路板上所开方形孔沿的敷铜板上即成。

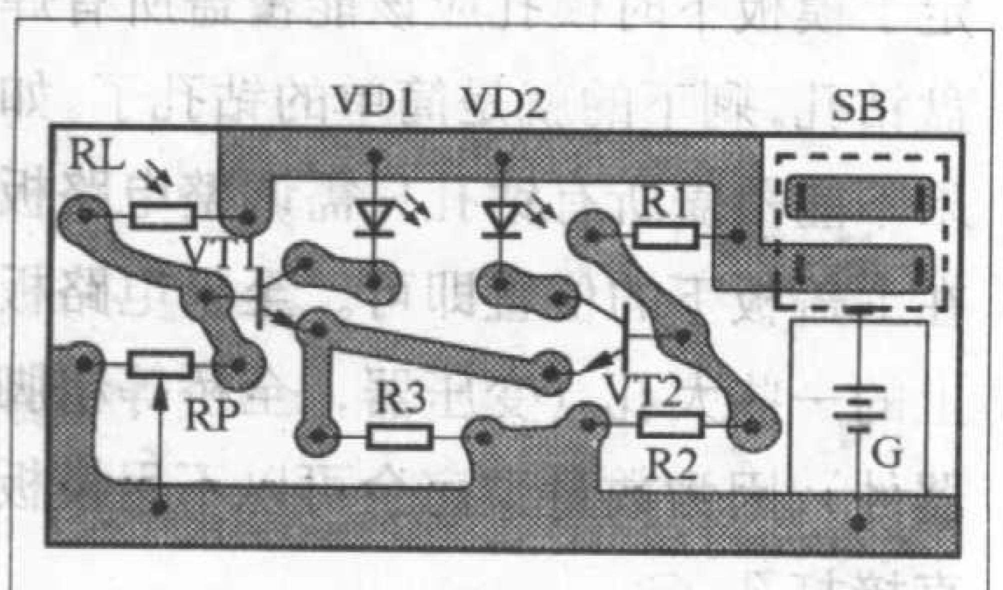


图3

整个测光显示器安装在尺寸约为53mm × 33mm × 15mm的绝缘材料小盒内（可用薄塑料板、有机玻璃板粘制）。盒面板为电源开关SB开出按键帽伸出孔，为光敏电阻器RL开出感光窗口，为发光二极管VD1、VD2开出伸出孔，为微调电位器RP开出调节孔。为了方便使用，在面板上绿色发光二极管VD1的旁边标注上“正常”文字，表示该发光二极管点亮时，环境照度符合阅读书写的要求。在红色发光二极管VD2的旁边标注上“开灯”文字，表示该发光二极管点亮时环境照度太暗，打开电灯后才可以阅读书写。检查电路焊接无误、安装正确后，便可进行调试。

根据国家教委和卫生部的有关规定，学生阅读书写时桌面光线照度应不低于100lx。电路调试时，可借助标准照度计对照调整，把标准照度计和测光显示器小盒同时置于桌面上，调节灯具的电源电压（指调光台灯）或改变灯具距桌面的距离，当标准照度计上指示值为100lx时，用小螺丝刀伸进电路盒上的调节孔，缓慢调节微调电位器RP阻值，使绿色发光二极管VD1处于临界不发光状态即可。调好的RP应用快干漆封固，以防日后阻值发生变动。

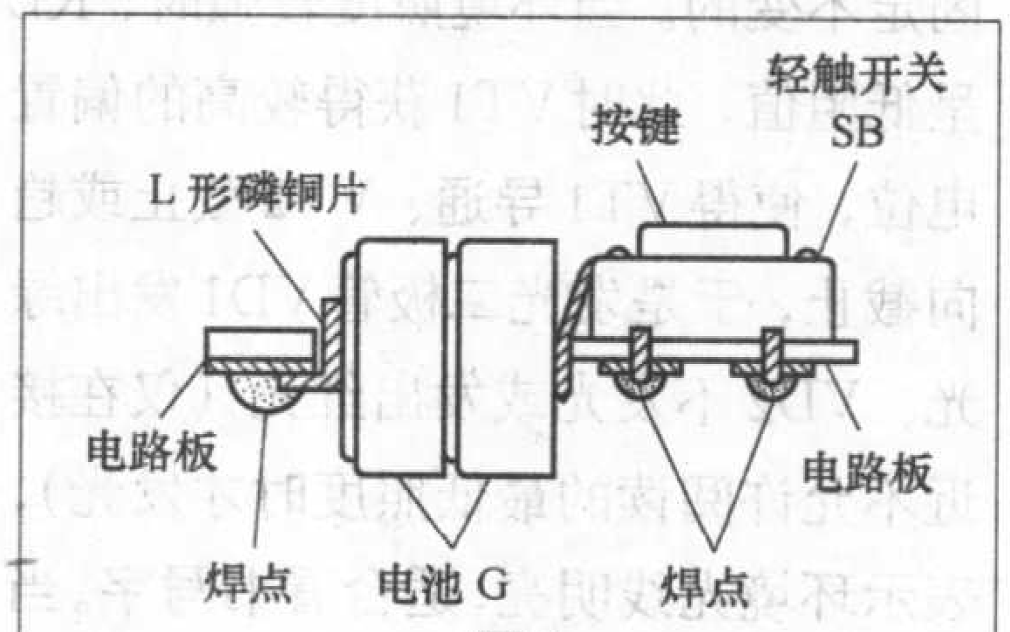


图4

如果调试时手头没有标准照度计，可用220V、15W白炽灯泡作光源，在灯泡正下方0.3m处（照度约为100lx）放置测光显示器小盒，按上述方法调试即行。注意，调试时220V市电电压应准确，周围环境不许有其他光源干扰，否则100lx照度误差会很大。

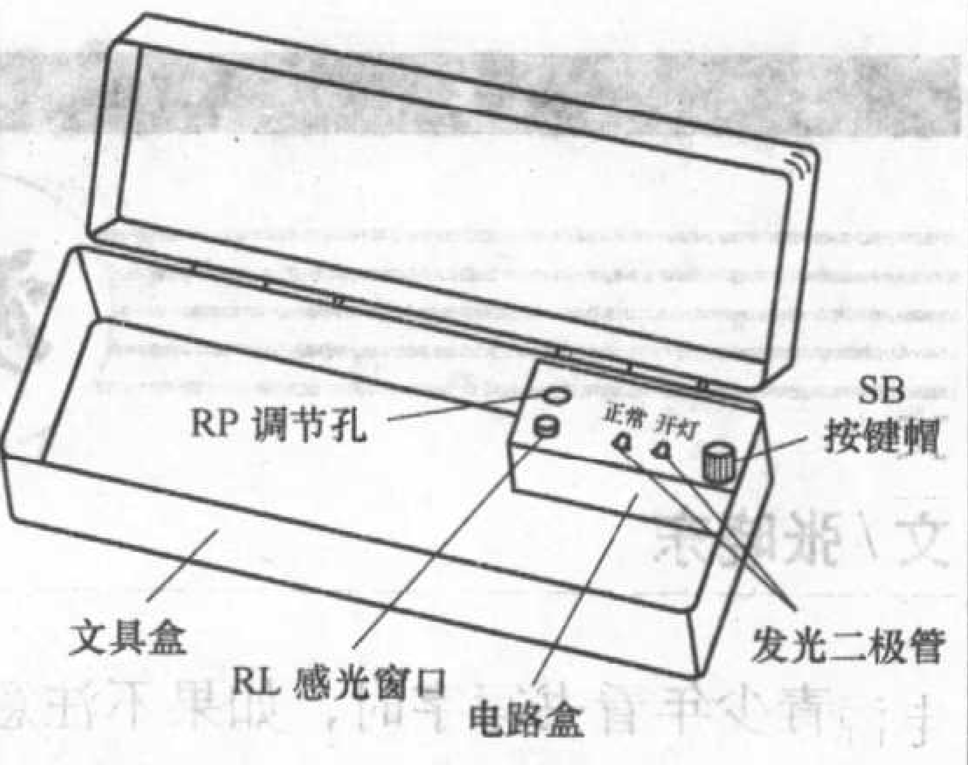


图5

调试好的测光显示器小盒，参照图5所示用双面强力胶带纸直接粘固在普通文具盒内。要求轻触开关SB能够随着文具盒盖的开关而自动通断，即文具盒关闭时，盒盖顶压住SB的按键帽，使得SB内部两常闭触点自动断开电路电源。打开文具盒时，SB又能失去盒盖的顶压而自动接通电路电源。由于轻触开关SB的按键低矮，多数情况下文具盒盖根本无法直接顶压住按键，所以必须根据具体安装情况用强力胶在按键上面粘固一定高度的塑料圆杆。

这种带测光显示器的文具盒，对使用者无任何附加条件。每次打开文具盒取放东西时，电路自动通电测光，关闭盒盖后又自动切断电源。测光显示器工作时实测总电流值仅5mA，每换一次新电池，一般可使用一个学期。

欢迎访问
无线电技术论坛
www.radio.com.cn/bbs/
——无线电爱好者的网上乐园

主要专题版块
广播与收音机　火腿之家
发烧影音　二手市场
软件地带　创意无限

教你如何检修节能电子灯

文/孟 睿

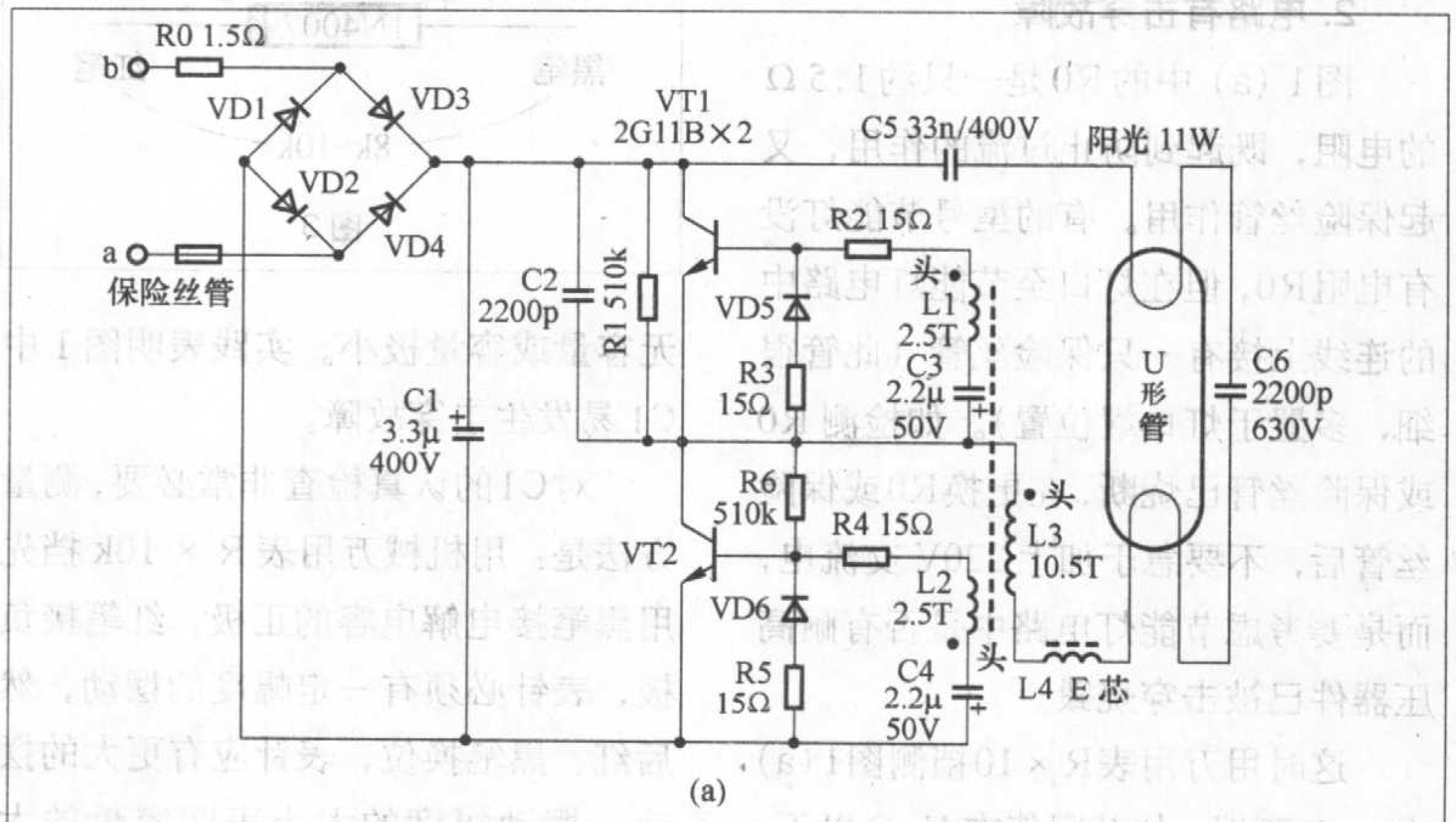
电子节能灯由于节省能源，适宜电源电压波动范围宽、启动快、效率高等显著优点，得到了广泛应用。但有些型号的节能灯由于电路设计及元器件质量等问题，使用寿命短，易损坏。笔者发现大多不能点亮的灯具只是电路的某个元器件质量问题，而U形管并未损坏，如果掌握了简单的维修技术，完全可以自已动手修复。

一、节能灯电路检测

U形节能电子灯大多数故障是灯管不亮，开灯后无任何反应，但由于U形节能灯电路元器件工作在高电压状态（220V交流电源经整流、滤波后形成300V左右的直流电压），有时会出现这样的情况：当你将灯具接通220V交流电加电测试时，电路在高压状态下故障元器件会出现爆裂声。这里介绍两则安全的检测方法：

1．在将节能灯接到220V交流电之前，最好先用机械万用表的R×10k挡，使用红、黑表笔交换位置分别测节能灯电路接220V交流的a、b两端，见图1(a)。机械万能表针应有电解电容充放电时的摆动，其摆动区间应在大约100kΩ~2MΩ之间，但最终表针应恢复到500kΩ以上。所测的电路如达到以上要求，就可以放心的加220V电压，虽然灯可能不亮，但绝不会发生爆裂及烧毁元器件问题。

2．如无机械万能表R×10k挡，则可参考图2自制的安全220V插座，将有问题的节能灯接到安全插座或灯口上后，将开关S打开，这时节能灯电路与100W~200W灯泡串接（图2），此时插头接入220V电源：(1)如灯泡亮，则节能灯电路肯定有短路，这时停止加电，认真检查节能灯电路找出击穿器件及短路故障所在；(2)如灯泡不亮，则可放心直接加电，即将图2中S闭合，节能灯如仍不亮，则需进一步检查。



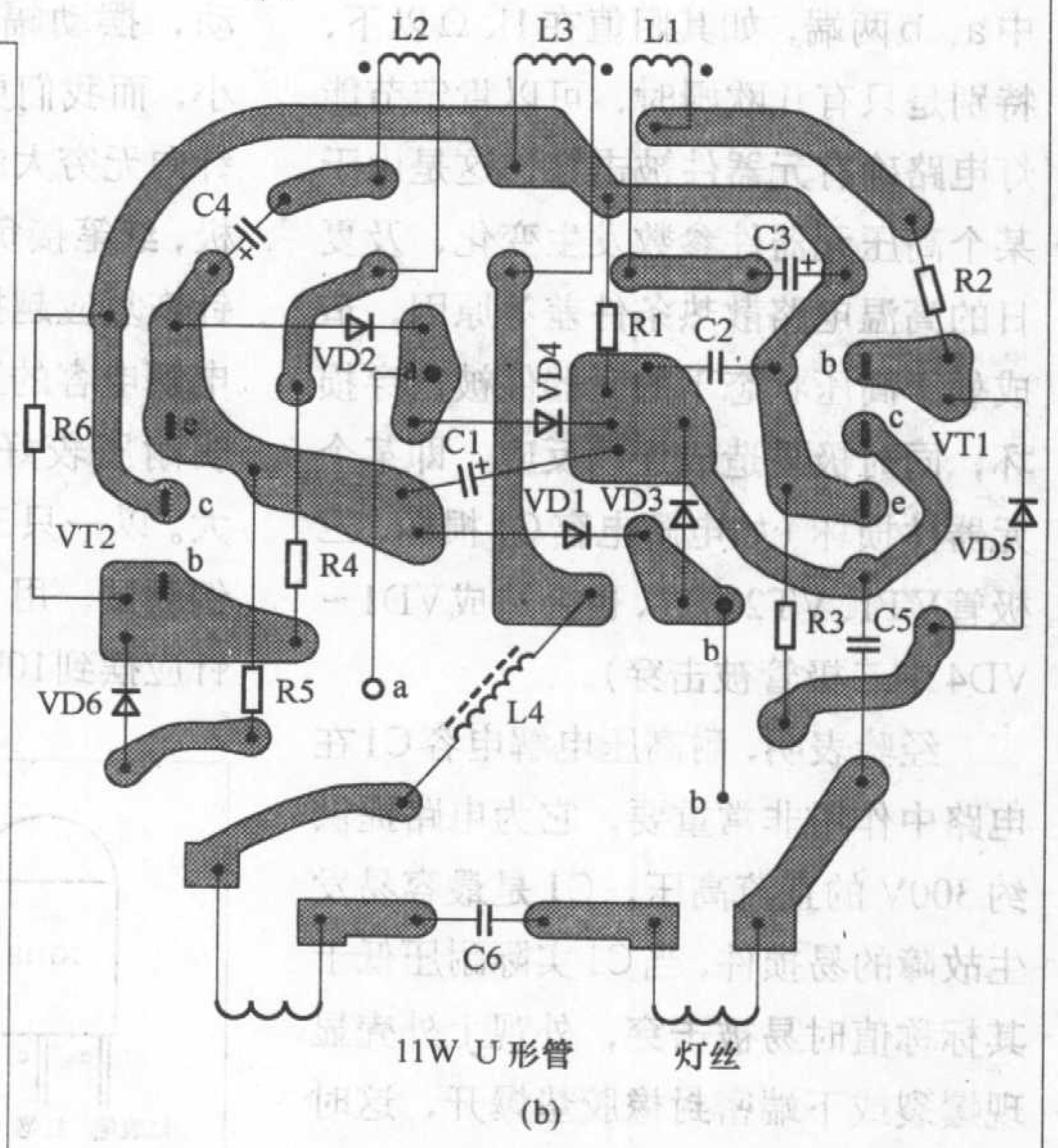


图1

二、节能灯电路检修过程

1. 加电后节能灯不亮

首先用机械万用表R×1挡检查U形灯管的灯丝，若导通时应只有几欧姆，而管内看上去无大面积发黑，则视为U形灯管完好，如表针不动则说明灯丝已断，需更换新U形管。

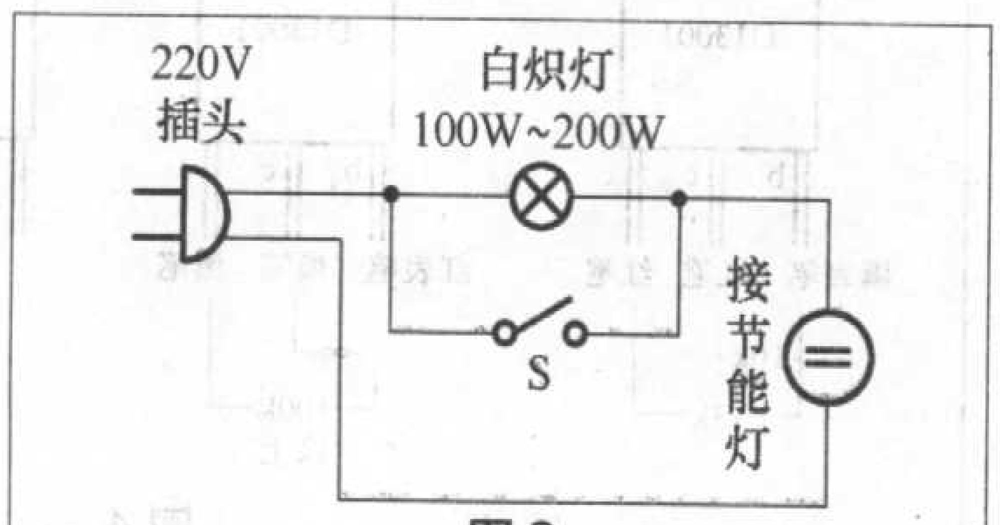


图2

如认定U形管完好，则检查图1中C6，多数是C6因耐压不足被击穿，出现灯丝不亮或微发红。更换C6必须是同容量耐压600V以上的CBB型电容器。有时在找不到同规格电容时，可用两只4700pF/250V耐压低的电容串联使用。也可将日光灯坏的启动器中的电容取下串联使用（容量约

4000pF～6000pF之间，耐压600V，可作应急使用）。

如灯还不能发亮则检查图1(a)中C5的容量是否降低，耐压是否不足，VT1、VT2质量欠佳也是故障的原因。

2. 电路有击穿故障

图1 (a) 中的R0是一只约1.5Ω的电阻，既起到防止过流的作用，又起保险丝管作用。有的型号节能灯没有电阻R0，但在灯口至节能灯电路中的连线上接有一只保险丝管（此管很细，多置于灯口端位置）。如检测R0或保险丝管已烧断，在更换R0或保险丝管后，不要急于加上220V交流电，而是要考虑节能灯电路中是否有耐高压器件已被击穿烧毁。

这时用万用表R×10挡测图1(a)中a、b两端，如其阻值在1kΩ以下，特别是只有几欧姆时，可以肯定节能灯电路确有元器件被击穿，这是由于某个高压元器件参数发生变化，及夏日的高温电路散热条件差等原因，造成处于高压状态下的元器件被击穿损坏，同时极易造成连锁反应，即某个元器件损坏（如电解电容C1损坏，三极管VT1、VT2击穿，也会造成VD1～VD4中二极管被击穿）。

经验表明，耐高压电解电容C1在电路中作用非常重要，它为电路提供约300V的直流高压，C1是最容易发生故障的易损件，当C1实际耐压低于其标称值时易被击穿，外观上外壳显现爆裂或下端密封橡胶垫爆开，这时四只整流二极管VD1～VD4至少有两只被击穿损坏，检测方法是使用万用表R×10k挡测二极管反向电阻，即红笔接二极管正极，黑笔接负极，其阻值应为无穷大（即表针不应摆动），将表笔调换，用R×1k挡测，其正向电阻应在10kΩ以下（图3）。

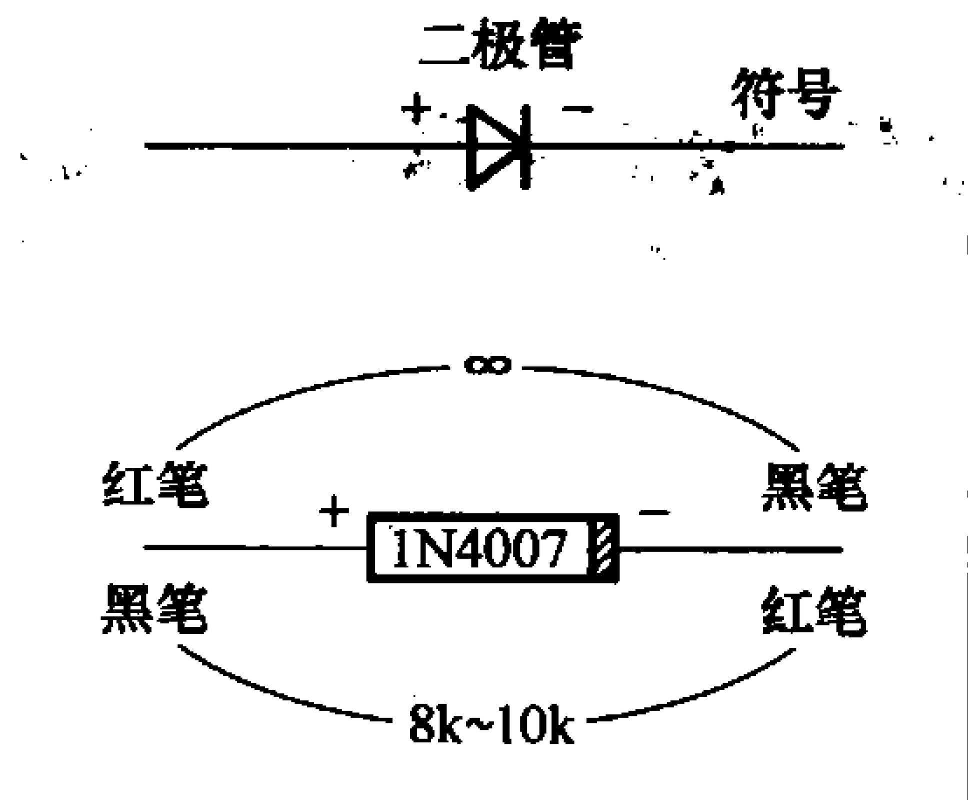


图3

还有一种情况是C1外观上无明显损坏，但发现四只整流二极管有某只损坏，这时可能是C1电解液干枯，无容量或容量极小。实践表明图1中C1易发生击穿故障。

对C1的认真检查非常必要，测量方法是：用机械万用表R×10k挡先用黑笔接电解电容的正极，红笔接负极，表针必须有一定幅度的摆动，然后红、黑笔换位，表针应有更大的摆动，摆动幅度的大小表明容量的大小，而我们更关注的是摆动之后的表针向无穷大的方向恢复。当黑笔接正极，红笔接负极，测正向漏电流时，表针恢复应越接近无穷大越好，表明此电解电容的正向漏电流小，同时也表明耐压较好，而反向漏电流相对较大。以一只3.3μF/400V电解电容为例测试，用R×10k挡正向测时，指针应摆到10kΩ最终应恢复到2MΩ以上，反向测时最终应恢复到200kΩ以上，笔者在实测若干只电解电容中，其正向基本上都恢复不到无穷大位，只是接近，一般只要在1MΩ以上，此电解电容工作时被击穿的可能性就很小。

需要说明，反向测试指针回复到某位置时并不稳定，而是在某数值出现晃动，这是正常的，对于正反向检测时表针没有摆动，而是停留在某一位置，或摆动幅度极小，说明此电解电容的电解液干枯。对于检测中表针大幅摆动后，等待一段时间后不恢复，则此电解电容已被击穿。

图1中的高反压管VT1、VT2也是极易损坏的器件，三极管损坏大多是彻底击穿，这时除要认真检查两只三极管外，也要检查一下VD1～VD4也有击穿的可能。

当我们在电路板上用万用表R×1挡分别测量三极管的三个电极间的正反电阻均在几欧姆时，即可判定此管击穿。但在检修实测中，还是建议将其焊下来检测，这是因为三极管的软击穿或性能不良在电路板上是测不出来的，图4是万用表R×10k档检测数据，如需检测的三极管数据与图4差距较大时，就要考虑将其换掉。

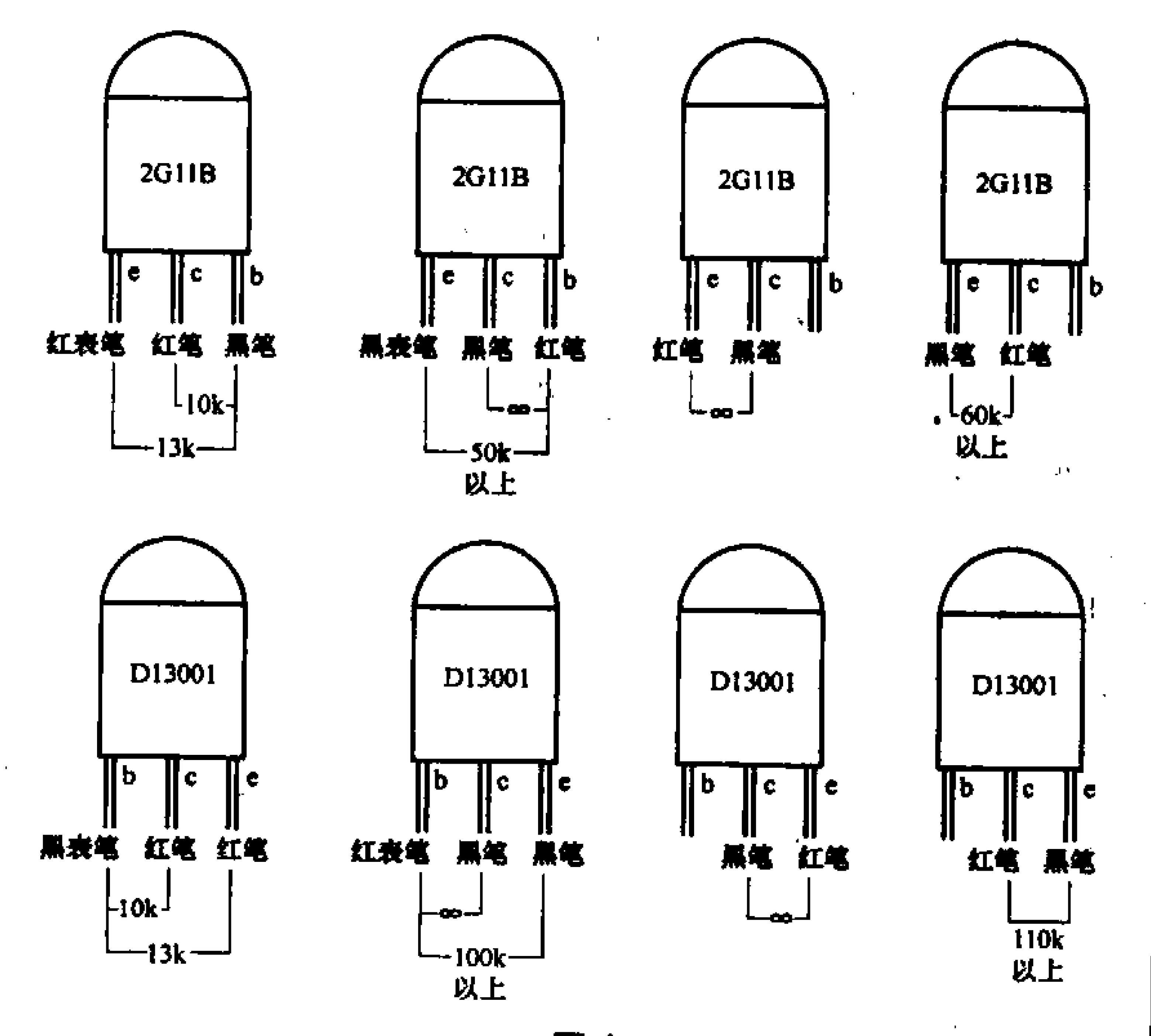


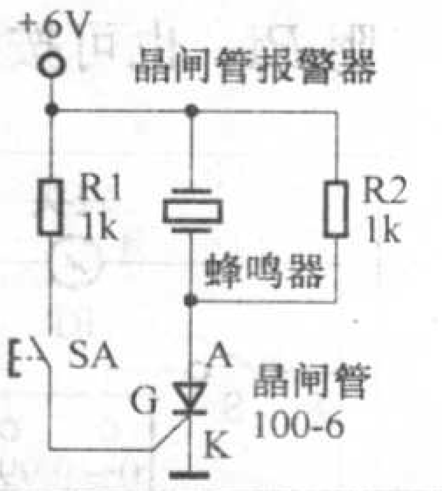
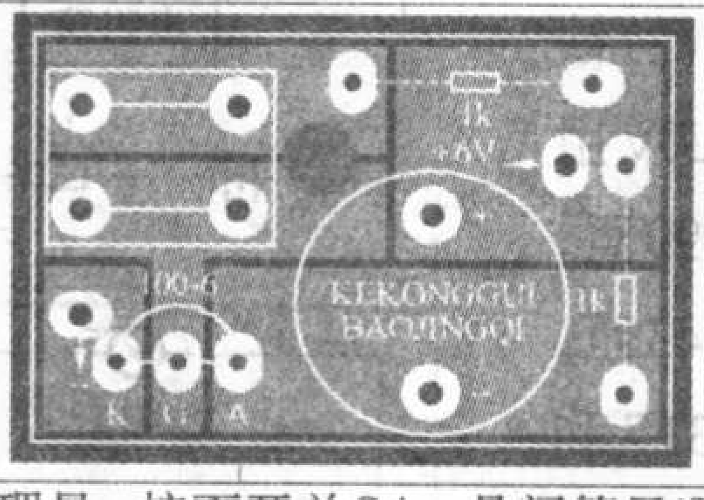
图4

在检查图1(a)电路中的C2正常后，此节能灯就可以正常工作了，电路中的其他元器件一般不易损坏。图1(b)是图1(a)的印制电路板图。

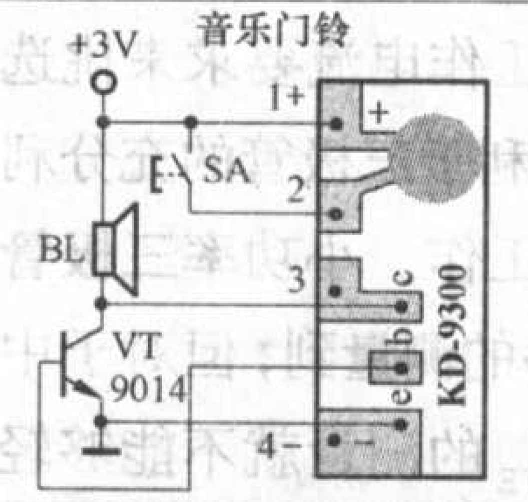
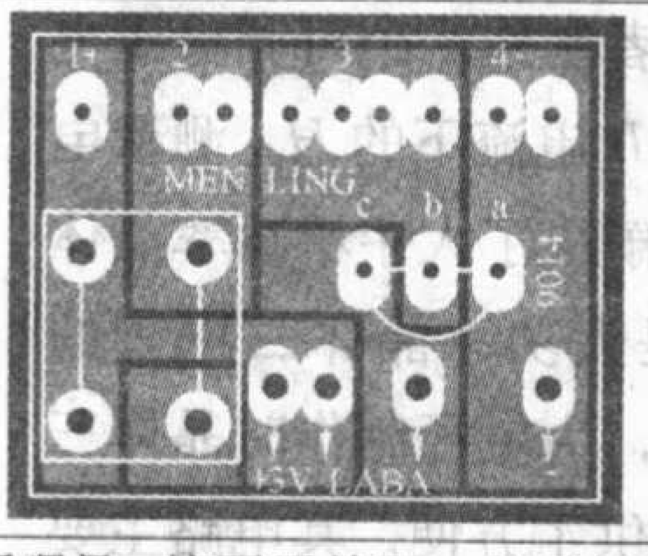
经典电子制作C系列（上）

文/周宝善

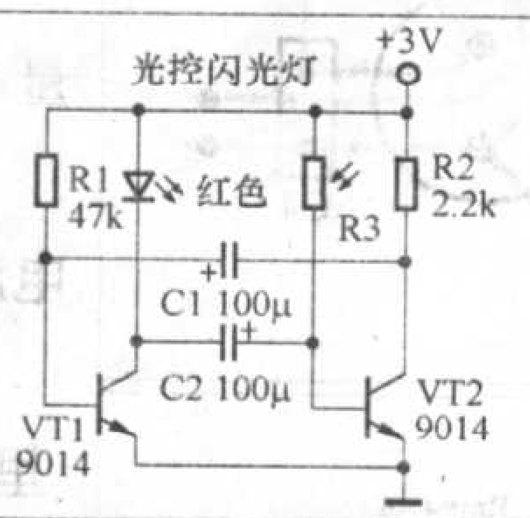
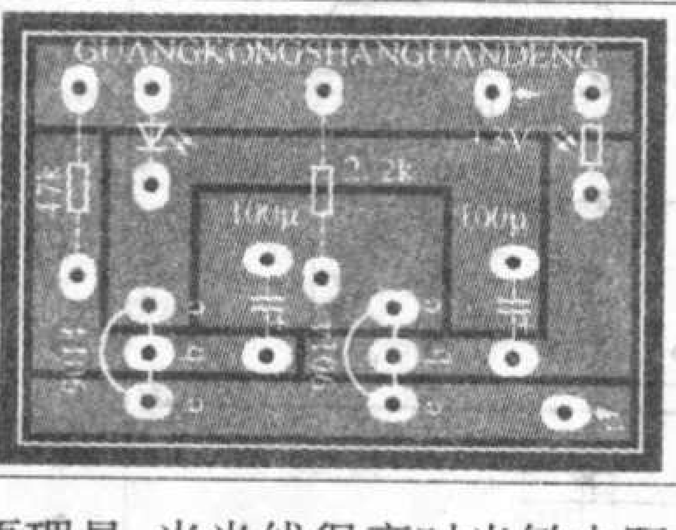
C1 ——晶闸管报警器

实验效果	按下按键蜂鸣器一直响，松开按键仍然响，除非断电。
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：按下开关SA，晶闸管导通，电流从阳极A流向阴极K，蜂鸣器便发出声音，晶闸管一旦导通，电流将一直从阳极A流向阴极K，蜂鸣器将一直发声，控制极失去控制作用，使用方法是：按下按键，蜂鸣器一直响，松开按键仍然响，除非断电，用于按键触发报警。
元器件	该制作中的晶闸管100–6为单向晶闸管，是一种大功率半导体器件，其最大特点是：当控制极加正向电压后，晶闸管导通，晶闸管一旦导通，电流将一直从阳极A流向阴极K，控制极失去控制作用，除非断电。

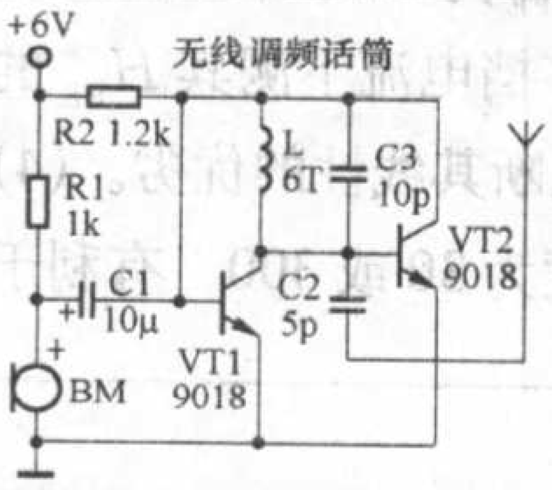
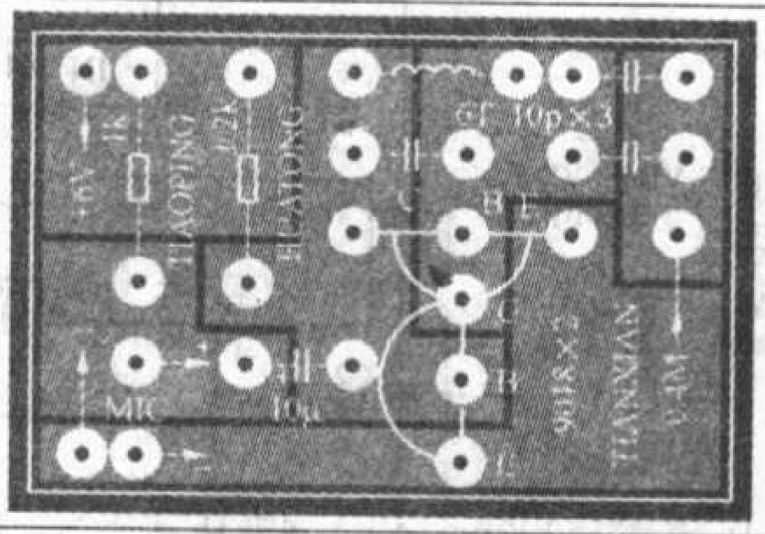
C2 ——音乐门铃

实验效果	[1]按下按键即播放一段音乐 [2]有多种乐曲可供选择。
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：按下开关SA，音乐片开始工作，经过三极管VT放大，扬声器便发出响亮好听的音乐声，使用方法是：按下按键即播放一段音乐，有多种乐曲可供选择，比如：《国歌》、《生日快乐》、《圣诞圣曲》、《金蛇狂舞》等，用于门铃，玩具发声。
元器件	KD9300音乐片，它是一种集振荡器、节拍器、音色发声器、只读存储器、地址计算器和控制器等电路于一体的CMOS芯片，其典型工作电压为3V。

C3 ——光控闪光灯

实验效果	在光线变得很暗时，灯光开始慢速闪烁，像星星。
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：当光线很亮时光敏电阻的电阻值很小，VT2三极管饱和导通，发光二极管于是被点亮；当光线很暗时光敏电阻的电阻值变得很大，两只三极管交替导通，发光二极管闪亮。使用方法是：通电后，当光线很暗时，发光二极管闪亮，光线越暗，闪亮频率越慢，用于灯光装饰。
元器件	[1]9014三极管、电阻、电容均为普通元器件。 [2]红色发光二极管为高亮度发光二极管。 [3]光敏电阻，是一种半导体器件，两只脚没有正负极之分，其主要特点是：随着光线变暗，光敏电阻的电阻值将变得很大。

C4 ——无线调频话筒

实验效果	[1]用调频收音机接收 [2]有效距离大于10m。
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：话筒将接收到的声音信号变成电信号，经电容C1送至高频振荡器调制后，再经电容C2耦合至天线以无线电波发射到空中。使用方法是：适当调整一下电感线圈L间距，用调频收音机调台接收，直到能听到话筒说话声音为止，如果距离较近，需用耳机收听，否则会产生啸叫。用于无线监听、无线对讲。
元器件	[1]9018三极管、电阻、电容、驻极体话筒均为普通元器件。 [2]天线为普通多股铜导线，长度20cm～30cm。 [3]电感L为6圈中空漆包线圈，漆包线直径0.7mm，空心线圈直径5mm。

晶体三极管H_{FE}的多挡电流测试

文/成元学 刘 静

晶体三极管的直流放大系数H_{FE}，是表示其放大能力的重要参数。根据电路中三极管的工作电流要求来挑选三极管的H_{FE}，有利于三极管的充分利用和电路的正常工作。小功率三极管H_{FE}能够比较容易的测量到，但对于中大功率三极管H_{FE}的测量就不能够轻易地做到。笔者制作一个可调稳压电源，加一多挡I_C电流下的H_{FE}测量电路，较成功的解决了大中小功率晶体三极管特别是大功率晶体三极管的H_{FE}测量问题，为电子制作时晶体三极管的选配提供了方便。其电路主要特点是：(1) I_C电流从3mA到3A共分七挡，挡间电流跨距为1∶3~3.3，提高了I_C电流的均匀性。(2) 表头满度H_{FE}为300时，供电电压为10V；当供电电压为5.3V（硅管）和5.1V（锗管）时，表头满度H_{FE}为600；当供电电压为19.4V（硅管）和19.8V（锗管）时，表头满度H_{FE}为150。(3) 同一只晶体三极管在多挡电流下测其H_{FE}的大小，可粗略判断其线性的优劣。(4) 表头的表盘刻度为30或300，有利于H_{FE}及电流读数。其电路原理如图1所示，它主要有电源部分、H_{FE}的测量电路和基极偏置电阻三个部分组成。下面分别进行介绍。

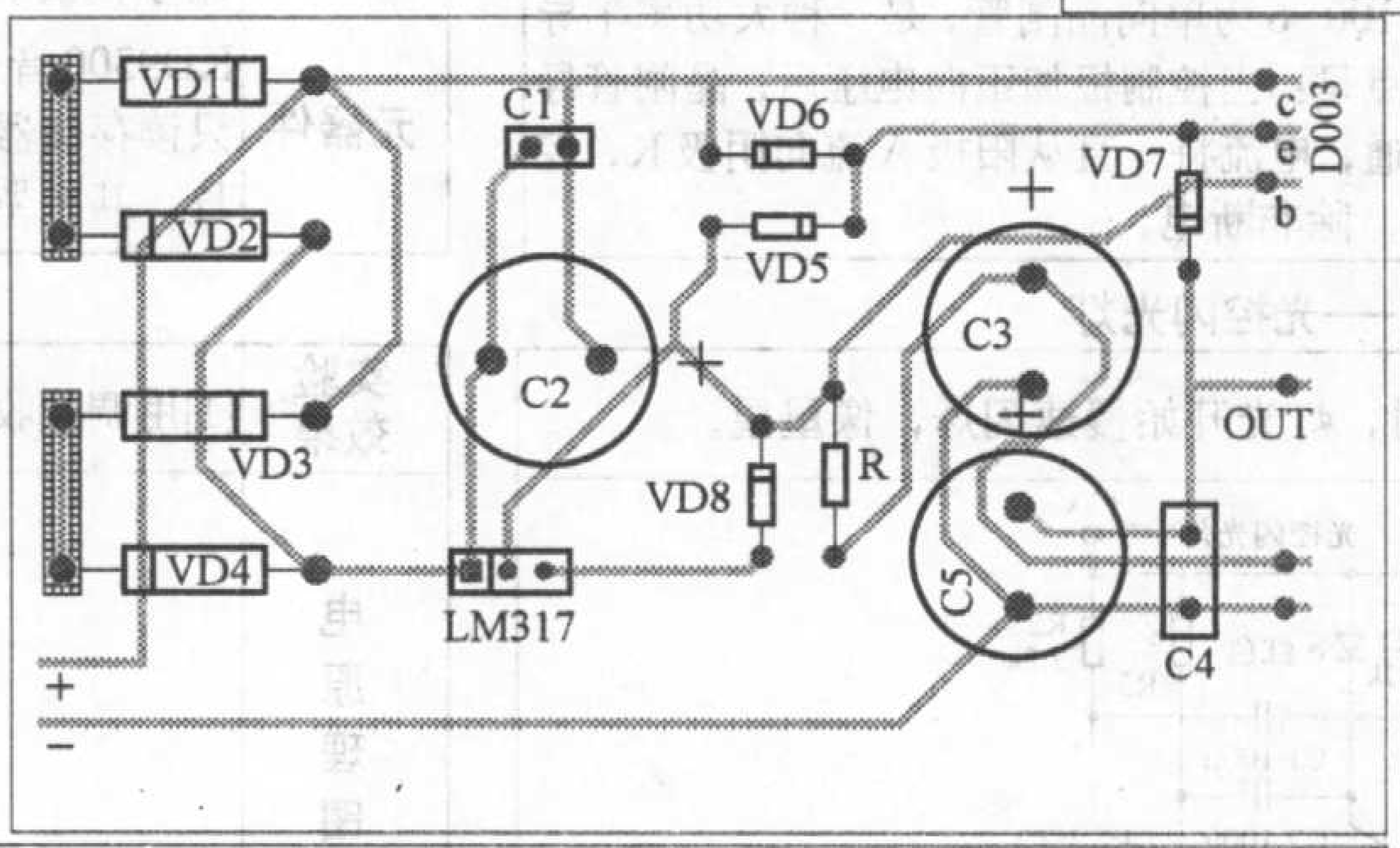
一、稳压电源部分

1．按照图2制作一稳压电源板，并按照要求装配元件。

2．电源变压器功率为100W，铁芯截面为28mm × 40mm，初级220V用ϕ0.47mm~0.51mm漆包线绕990匝，次级30V用ϕ1.2mm漆包线绕143匝。

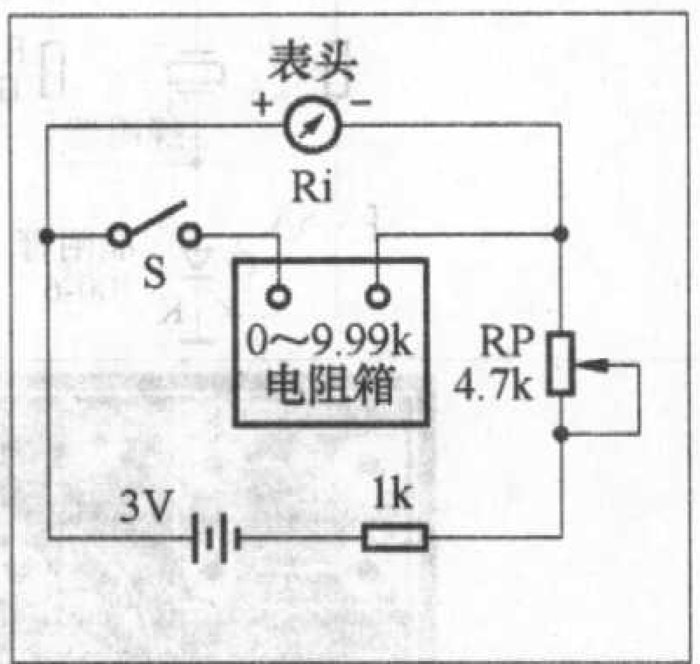
3．三端稳压集成电路LM317和大功率管装在散热板上，LM317装在印制电路板铜箔面。

二、H_{FE}测量部分：



1. 测量表头内阻

可用高精度数字万用表测表头内阻Ri，也可按图3所示的分流法测其内阻，先调电位器RP使表头指示满度，然后合上开关S，转动电阻箱上的变阻旋钮，使被测表头指针停在满度值1/2处，此时的电阻箱阻值即是被测表头内阻Ri。



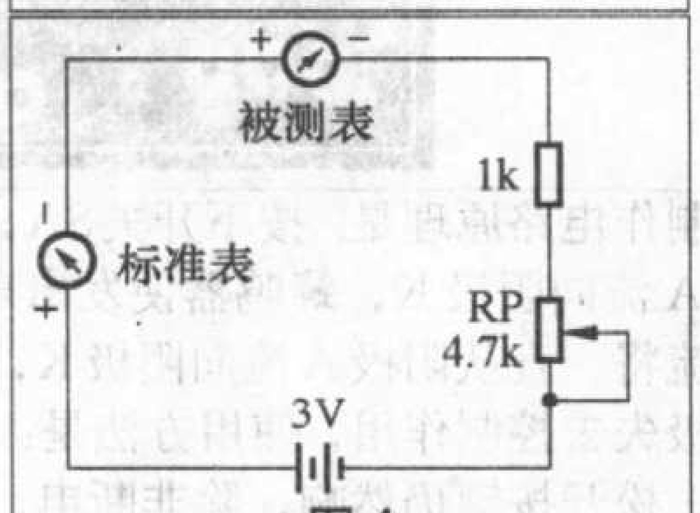


图4

2.测量表头的灵敏度

按图4所示接法测量表头灵敏度I_M。

3.用闭路抽头法对电流分挡

为计算方便，在这里设表头灵敏度I_M=1mA，即0.001A，表头总电阻R_M= 400Ω，电流分7挡：3A、900mA、300mA、90mA、30mA、9mA、3mA，分别用I_1~I_7表示。电路组成如图5所示，其计算方法如下：

因$I_7=I_M+I_S$

$I_S=I_7-I_M$

$$I_M \cdot R_M=R_S(I_7-I_M) \quad (1)$$

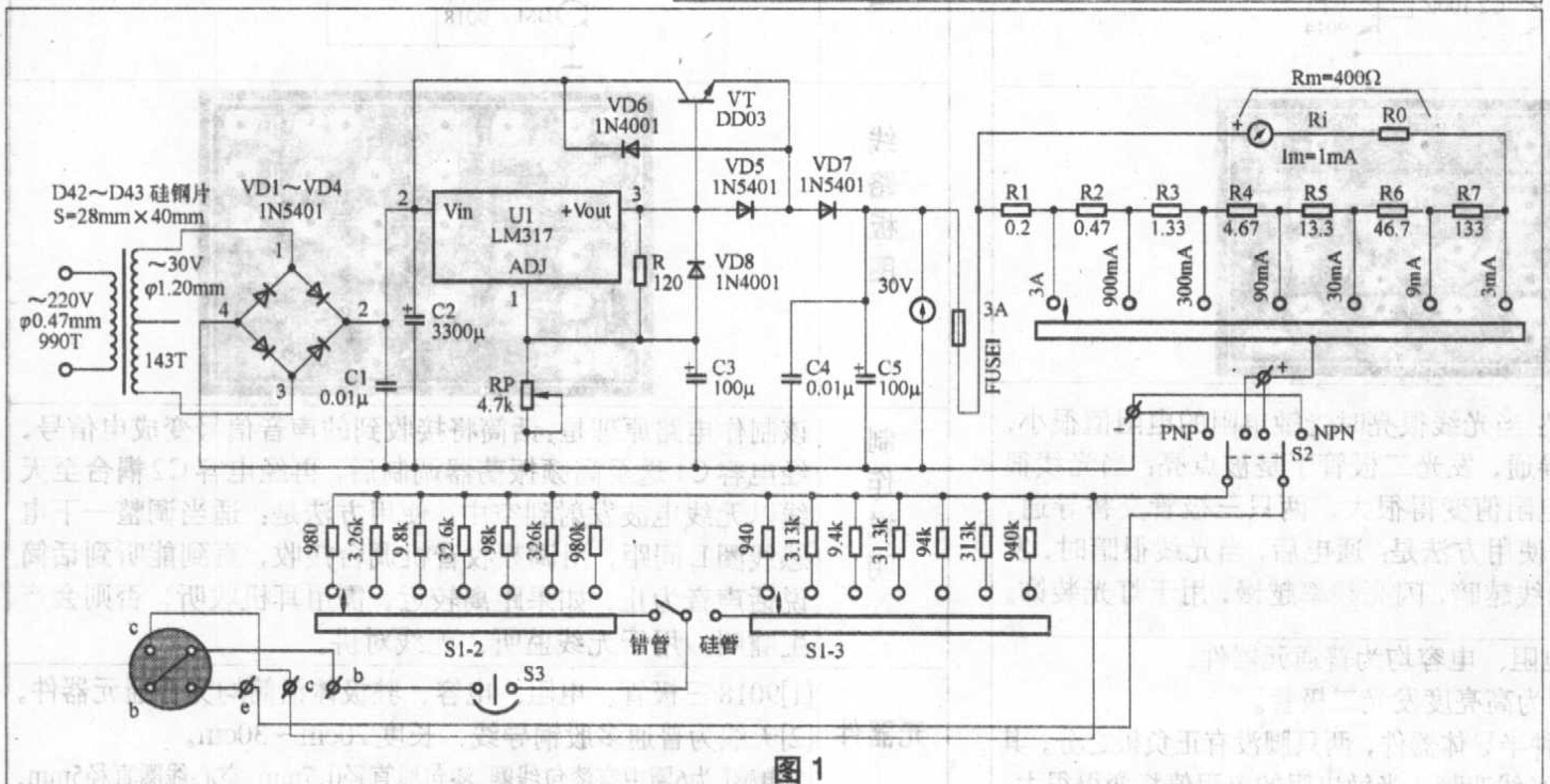


图1

无线报警系统探头通用性大破解

文/法 师

目前，多防区无线报警系统比较热门，因为其无线分布的探头无需复杂的布线，非常适合快速安装，再加上多防区统一管理，所以受到广大用户的青睐。近期在多防区报警系统的基础上部分产品在控制主机上又开发了自动电话报警功能，使产品具备了远程报警功能，应用范围更为广泛。市场上典型产品有八防区智能电话报警系统等。不过市场上的多防区无线报警系统标配的报警探头都比较少，通常只有两个探头（一个门磁和一个热释红外探头）相当于只有2个有效防区，用户如果要使用更多的防区则需要加配探头。市场上各种品牌型号的无线报警探头通用性很差，一些经销商趁机抬高无线探头的价格为客户配所谓专用的探头，一些地区的市场上一个通用的热释红外探头只要30多元，而专用配套探头则可以卖到100元～300元。

外观类似的各种无线探头是否可以通用是很多用户所关心的，拆开这些探头我们发现他们的结构非常类似，使用的主要IC芯片也大致相同，电子线路并不复杂。那为什么不能简单的通用呢？玄机又在何处，本文将一一为你破解。

原理大揭密

我们先来了解一下无线探测器的主要结构。一个无线探测器电路主要由三大部分组成：

第一是探测传感器部分。根据探头的不同有红外线热释电传感器、干簧管（磁信号）、烟敏传感器等，这些都是负责检测触发信号的，只是形式不同，与无线探头的配对无关。

第二部分是编码部分。这部分是与控制主机解码配对的关键部分。编码部分的设置必须与解码主机相对应。这部

$$R_S=\frac{I_M\cdot R_M}{I_7-I_M}=200\,\Omega \qquad (2)$$

$R_1(I_1-I_M)=I_M(R_M+R_S-R_1)$

$I_1R_1=I_MR_M+I_MR_S \qquad (3)$

将（1）式代入（3）式：

$I_1R_1=R_S(I_7-I_M)+I_MR_S$

$I_1R_1=R_SI_7$

$$R_1=\frac{R_S\cdot I_7}{I_1}=\frac{200\,\Omega\times0.003\text{A}}{3\text{A}}=0.2\,\Omega$$

$$R_1+R_2=\frac{R_S\cdot I_7}{I_2}=\frac{0.6}{0.9}=0.67\,\Omega$$

同理可以求出R_3、R_4、R_5、R_6、R_7的阻值分别为：

所以$R_2=0.47\,\Omega$　$R_3=1.33\,\Omega$

$R_4=4.67\,\Omega$　$R_5=13.3\,\Omega$

$R_6=46.7\,\Omega$

$R_7=R_S-(R_1+R_2+R_3+R_4+R_5+R_6)=133.3\,\Omega$

三、基极偏置电阻的确定

取硅管 V_{BE}=0.6V 锗管 V_{BE}=0.2V

当表头满度 H_{FE}=300

3A挡

测硅管

$$R_b=\frac{V_C-V_{be}}{I_b}=\frac{10-0.6}{3/300}=940\,\Omega$$

$(I_b=I_b/H_{FE})$

其余挡依次为3.13k、9.4k、31.3k、94k、313k、940k

测锗管

$$R_b=\frac{V_C-V_{be}}{I_b}=\frac{10-0.2}{3/300}=980\,\Omega$$

其余挡依次为3.26k、9.8k、32.6k、98k、326k、980k

稳压电源部分的元器件无特殊要求，按图选配即可。H_{FE}测量部分、电流表分流电阻应用锰铜电阻丝绕制，最好用万用电桥测其阻值，以保证各挡电流误差小于3%。各晶体管偏置电阻应用1/4W金属膜五环精密电阻。挡位选择开关应选择三刀七位旋转开关。PNP、NPN转换开关，用双刀双掷钮子开关。硅、锗管转换用单刀双掷钮子开关。实际测量时，小功率管用小电流挡测量，大功率管用大电流挡测量，如果小功率管用大电流挡测量时，将导致晶体管烧毁，大功率管用小电流挡测量时，将得不到正确的H_{FE}值。电路设I_{ceo}测量按钮开关S3，此开关为常闭开关，当测I_{ceo}时，按住该开关读数即为I_{ceo}。锗管由于I_{ceo}很大，精确测H_{FE}时，需在I_c中减去其值。为简化电路，测NPN管时，表头串入电源正极端，显示电流为I_C+I_b。测PNP管时，表头串入发射极，显示电流为I_e，因$I_e=I_C+I_b$，故测NPN、PNP测量结果一致，所测H_{FE}值不管多大，读数减去1即可。当作稳压电源使用时，能直接显示电路电流，此时务必注意电流分挡开关的位置应合适，以防烧坏表头（一般应先放最大电流挡位）。

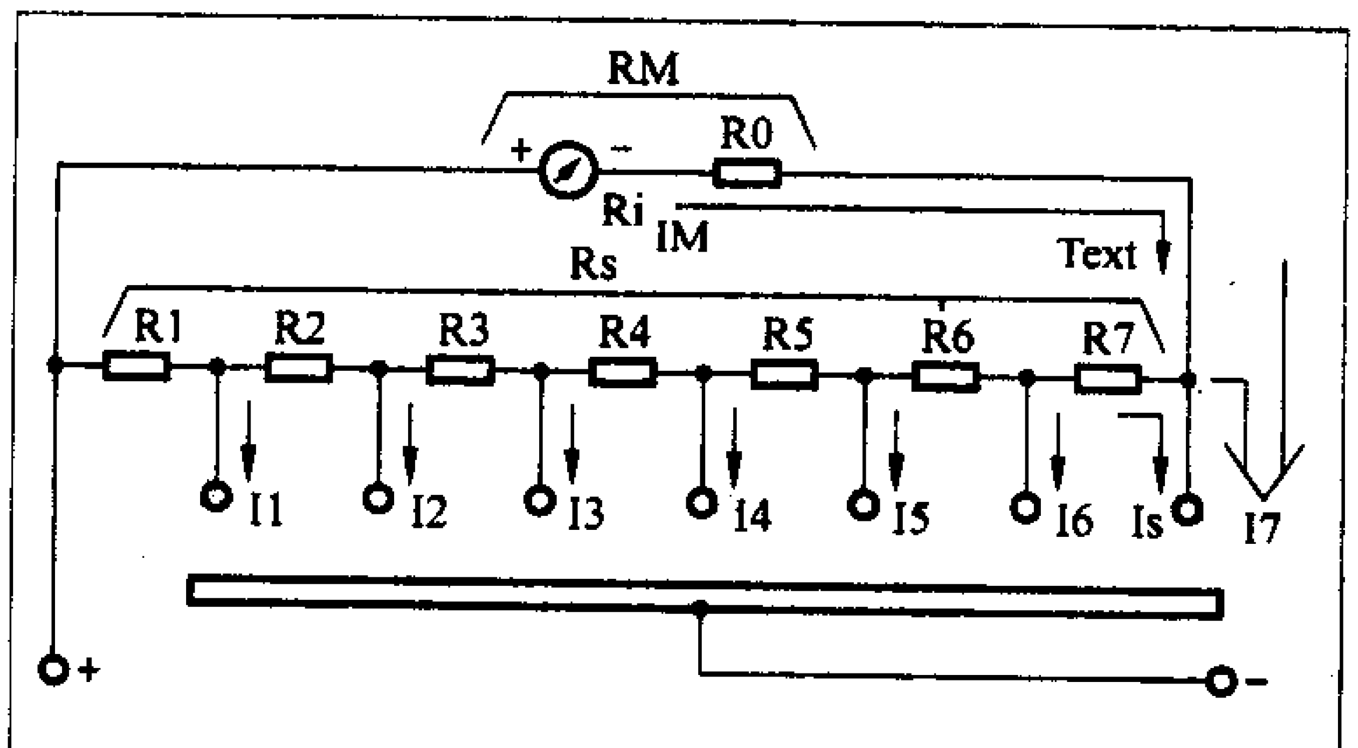


图5

分的核心部件是一块编码IC集成电路。

大部分探测器都采用PT2262作为编码芯片（或者SC2262等兼容芯片），配套的解码芯片为PT2722。PT2262是台湾普城公司生产的一种CMOS工艺制造的低功耗、低价位通用编码集成电路。常见的封装形式为18脚双列直插式，也有18脚和20脚贴片型。在探测器典型应用电路中双列直插式2262芯片的1～8脚构成了地址码序列A0～A7，13～10脚构成数据码序列D0～D3。需要注意的是，该芯片数据管脚为三态输入，即“1”（高电平）、“0”（低电平）、“F”（悬空），所以在读取编码时不要忽略电路上的“1”（接高电平）和“F”（悬空）是不一样的。产品编码常用的形式有拨码开关、跳线或者简易电路板焊盘，原理都一样，只是实现所用的器件不同。双列直插式2262芯片的15和16脚外接一个电阻决定了振荡频率，18脚和9脚分别为电源正负端。

第三部分是无线调制发射部分，这部分载波频率参数比较重要。要配对的无线产品使用的频率必须一样。目前市场上常见的产品多使用315MHz、330MHz、433.92MHz。

配对必要条件

1. 使用的无线工作频率必须一致。

2. 使用的编码的格式必须一致，一般需要使用配对的编解码IC集成电路，或兼容集成电路。

3. 使用相同的编码速率，这在一些IC编码集成电路中可设置。

4. 符合控制主机编码规则要求。

破解实战

有了上述基本知识接下来就来探讨如何破解多防区无线报警系统的探测器配对问题。

1. 我们拿到一套多防区无线报警系统要详细阅读说明书，了解其编程方法。常见的产品有硬件跳线型和电脑学习型。

2. 通过对随机提供的探测器的拆解获得产品配对的关键参数。

一般多防区无线报警系统会随机配一个无线热释红外探头和一个无线门磁，无线热释红外探头线路比较工整，所以建议以分析无线热释红外探头为主，无线门磁为辅。

第一步打开探头外壳，我们可以看到圆形的声表面谐振器（图1），该器件上往往会表明工作频率，如标315A则表示工作用315MHz频率，这样我们就得到了该无线报警系统的工作频率（波段）。另外有的产品在说明书上已经标明了系统工作频率。

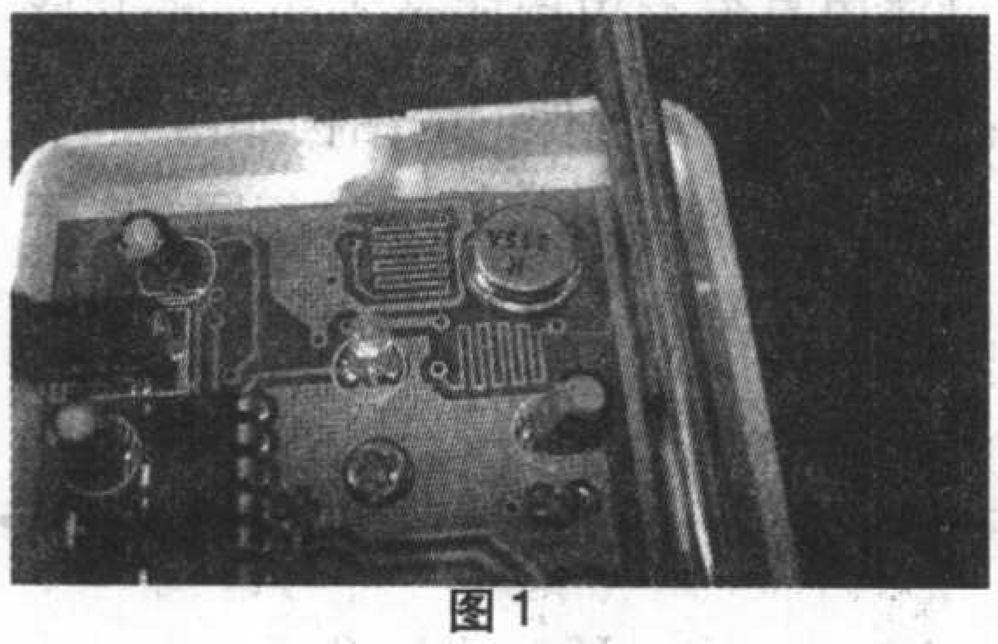


图1

第二步看无线探头所用的主编码芯片，多防区无线报警系统随机配的两个探测器都会采用相同芯片，我们购买的兼容探头必须也要同类芯片的（图2）。

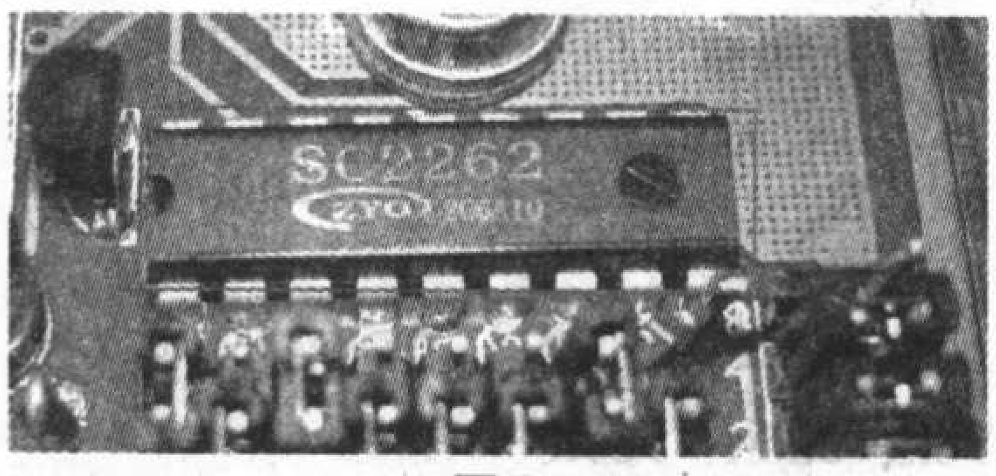


图2

第三步观察PT2262芯片的15和16脚之间的电阻阻值，这直接关系到数据脉冲宽度的问题。很多采用贴片元件制造的产品在贴片电阻上会有3位数字表明电阻值（图3）。

第四步通过对比随机提供的两个探测器的编码格式，分别根据提到的芯片引脚对应功能的知识读出地址码和数据码，来判断多防区无线报警系统的编码规则。此类主机大致分为两大类：A类是以8位地址码为识别是否本系统探测器，以4位数据码来识别是哪一路探测器报警，这类产品多用于

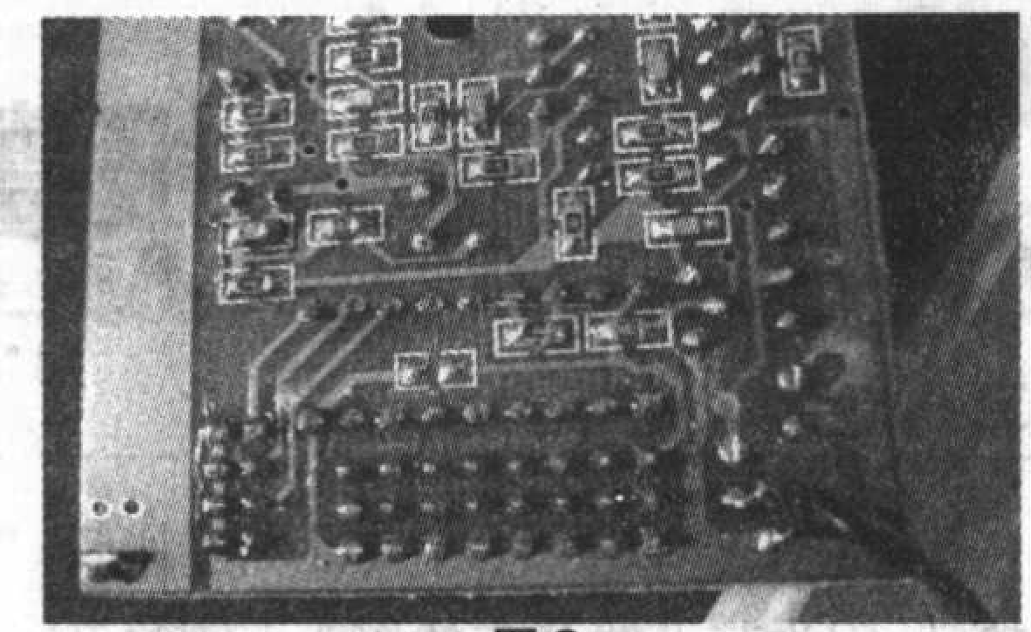


图3

需要手动跳线的系统中。在对比两个随机探测器时我们可以发现他们的8位地址码相同，4位数据码不同。B类则是以4位数据码为识别是否本系统探测器，以8位地址码来识别是哪一路探测器告警。这类产品多用于可自动学习对码的系统中。在对比两个随机探测器时，我们可以发现他们的4位数据码相同，8位地址码不同。

3. 有了关键参数我们就能改造其他兼容探测器了。

第一步购买相同工作频段和编码芯片的探测器，对于手头已有的探测器只要编码芯片兼容就有改造的潜力，工作频率一样最好，否则需要改声表面谐振器。

第二步对比PT2262芯片的15和16脚之间的电阻阻值是否相同，兼容的无线探测器必须使用阻值相同的电阻，如果不同可以自行更换相同阻值的电阻，少量贴片电阻若不容易买，用小体积的普通电阻也可以代用，效果一样。有的兼容探测器线路板上有跳线可以选择常用的电阻，如果有合适的话我们就省得自己焊电阻了。

第三步就是根据多防区无线报警系统的编码规则给兼容探测器设置地址码和数据码。同组内探测器的地址/数据编码有一组是相同的。在设置地址码和数据码时要注意编码的排列顺序（双列直插式2262芯片的1～8脚构成了地址码序列A0～A7，13～10脚构成数据码系列D0～D3）和三态管脚。

第四步根据报警主机的说明将兼容探测器注册到主机上并测试工作是否正常。

声控音乐“圣诞老人”

文 / 张晓东

每年的12月25日这一天，是西方传统的节日——圣诞节。近年来，圣诞节在中国各大、中城市几乎已家喻户晓，成为一个普天同庆的日子。圣诞节来临之际，各种绒布做成的形态各异、美观漂亮的“圣诞老人”大量上市，赢得了不少都市人的青睐！在如今中国大、中城市的许多年轻人和孩子心目中，“圣诞老人”做为吉祥如意的象征，已不仅是过圣诞节时不可缺少的快乐老精灵，而且也是欢庆新年时少不了的吉祥物。

如果自己动手给这种普通绒布做成的“圣诞老人”加装上下面介绍的声控音乐闪光电路，则会使你所拥有与众不同的“圣诞老人”，有声有色，更加生动、有趣。每当有人在“圣诞老人”周围1m以内的地方拍一下手掌时，“圣诞老人”便会演奏出一首包括《圣诞歌》、《新年快乐》等在内的世界名曲，同时，“圣诞老人”的双眼还会随着乐曲节奏闪闪发光，十分逗人欢心！

一、工作原理

声控音乐“圣诞老人”的电路如图1所示。压电陶瓷片B和晶体三极管VT1等组成声控正脉冲触发电路，十二曲音乐集成电路IC和晶体三极管VT2、扬声器BL等组成音响发生电路，发光二极管VD1、VD2组成随声同步闪光电路。

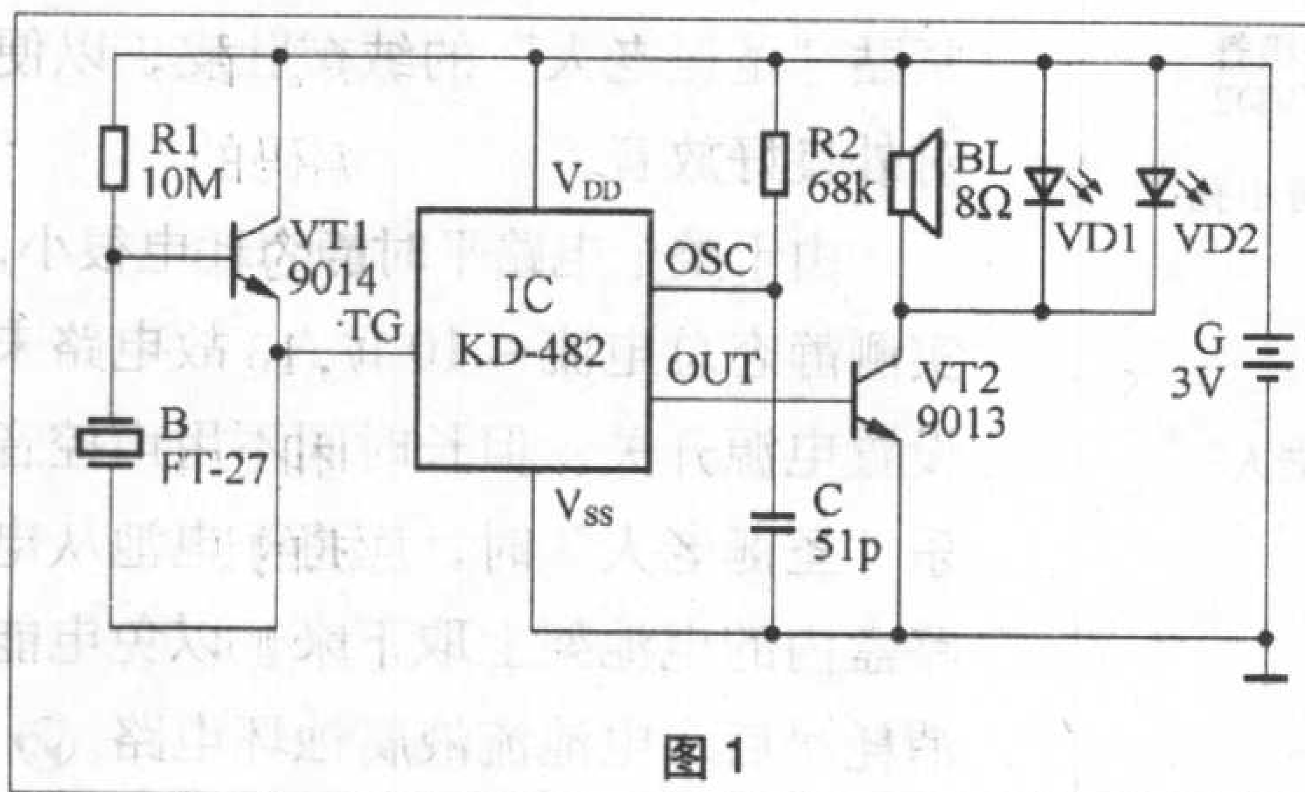


图1

平时，由于晶体三极管VT1的偏流电阻R1取值较大，所以VT1处于不完全导通状态，其发射极输出$<1/2V_{DD}=1.5V$的低电平，与之相连的音乐集成电路IC的触发端TG亦处于低电平，IC内部电路不工作，晶体三极管VT2截止，扬声器BL无声。当在有效作用距离（≤1m）范围内拍一下手掌时，压电陶瓷片B接收到猝发的声波，并转换成相应电信号。该电信号的正半周经晶体三极管VT1放大后，使其发射极输出正脉冲电信号，直接触发音乐集成电路IC从OUT端输出一曲内储的世界名曲主旋律电信号，经晶体三极管VT2功率放大后，推动扬声器BL发出响亮的节日庆贺曲来。与此同时，并联在扬声器BL两端的发光二极管VD1、VD2，也会随声发出同步闪烁光。

电路声控部分在设计时具有独到之处：其一，将音乐集成电路IC的TG与Vss端间存在的固有输入电阻，直接作为晶体三极管VT1的发射极负载电阻，省去了一个外接电阻器。其二，压电陶瓷片B直接跨接在VT1的基极与发射极之间，而不按常规接在VT1的基极与电源负极之间，其目的是可以显著提高声控灵敏度。另外，R1作为VT1的偏流电阻器，其阻值大小直接影响声控灵敏度。只有当R1取值合适时，VT1的发射极在静态时才会输出略低于$1/2V_{DD}=1.5V$的电压，电路才会具有比较高的声控触发灵敏度。如果R1取值过大，则向VT1提供的偏流几乎为零，VT1静态时趋于截止，就会起不到有效提高声控灵敏度的作用。反之，如果R1取值太小，则VT1静态时趋于饱和，IC会因TG端始终处于高电平($\geq 1/2V_{DD}$)而持续工作，电路便发声、发光不止。

电路中，音乐集成电路IC所储存的十二首世界名曲主旋律，每受到一次触发，只输出其中一曲世界名曲主旋律电信号，而且十二首世界名曲是按一定顺序依次循环输出。R2和C分别为音乐集成电路IC的外接振荡电阻器和电容器，其数值大小决定乐曲演奏的速度。

二、元器件选择

IC选用KD-482型十二曲音乐集成电路，该集成电路用黑膏封装在一块尺寸仅为20.5mm × 18mm的小印制电路板上，见图2所示，并给有外围

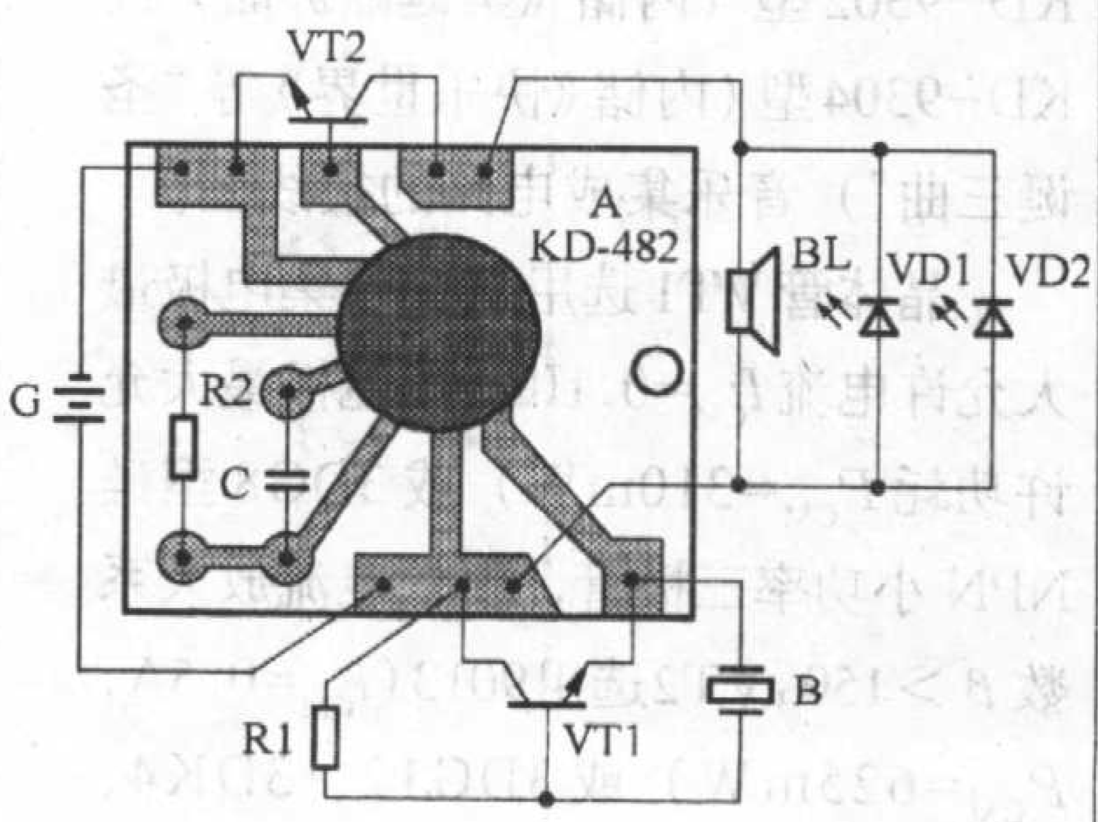


图2

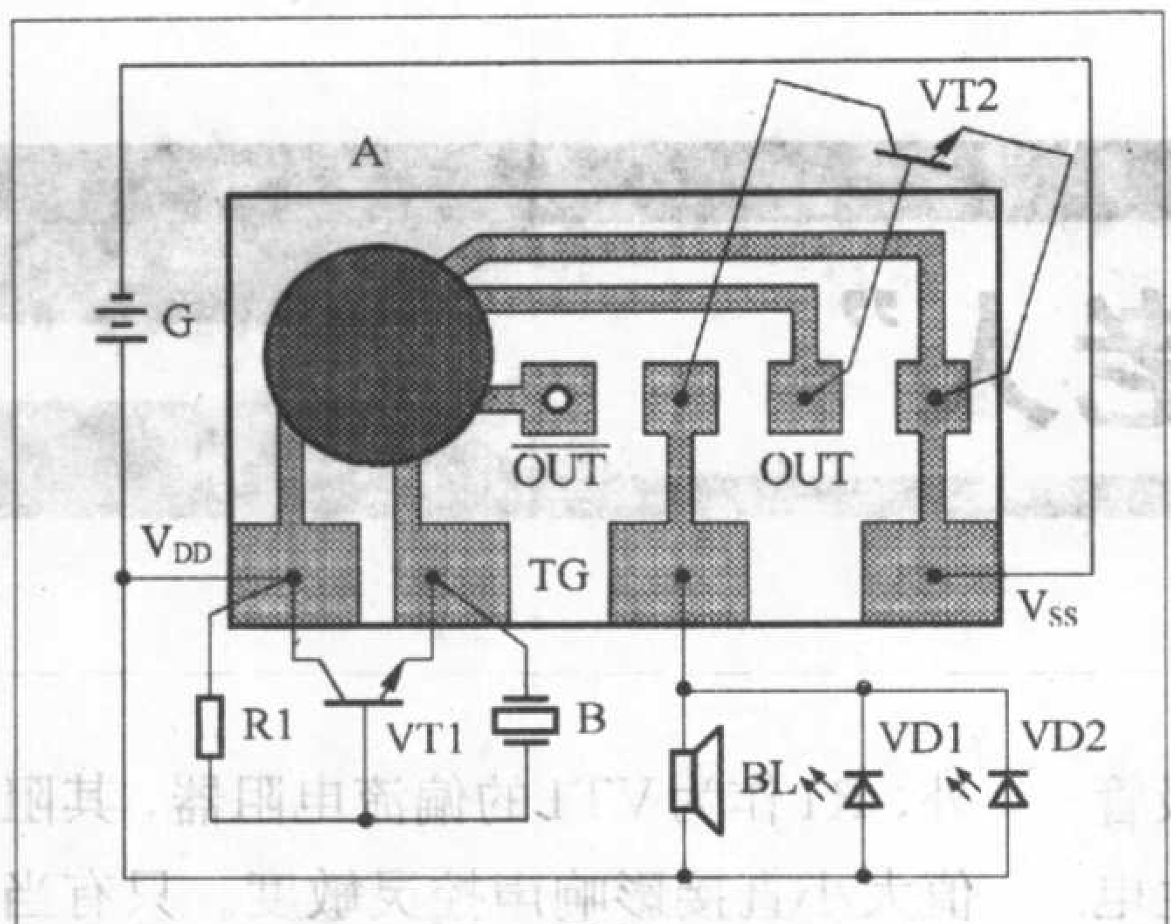


图3

元件焊接插孔，使用很方便。KD−482的主要参数：典型工作电压3V，音频输出电流≤2mA，静态总电流<2μA，工作温度范围−10℃～60℃。KD−482也可用ML−03、CW2850−12K等十二曲音乐集成电路芯片来直接代换，只是芯片接法略有不同，但外围元件及参数均不需改动。

如果手头暂无十二曲音乐集成电路，也可用常见的单首曲音乐集成电路来代替，只是所产生的乐曲易使人产生单调感。代换时注意：读者只要有音乐集成电路，一般来讲不论型号、外形如何，只要分清楚电源正极（V_{DD}端）、电源负极（V_{SS}端）、外接振荡电阻器和电容器的公共接线端OSC（由于大部分单曲音乐集成电路无外接振荡电阻器和电容器，所以也就没有该接线端）、音频输出端OUT（接功率放大晶体三极管的基极）和高电平触发端TG，均可直接接入电路代换十二曲音乐集成电路。图3所示是采用KD−9302型（内储《圣诞歌》曲）或KD−9304型（内储《快乐世界》等“圣诞三曲”）音乐集成电路的接线图。

晶体管VT1选用9014（集电极最大允许电流I_{CM}=0.1IC，集电极最大允许功耗P_{CM}=310mW）或3DG8型硅NPN小功率三极管，要求电流放大系数$\beta>150$；VT2选用9013（I_{CM}=0.5A，P_{CM}=625mW）或3DG12、3DK4、3DX201型硅NPN中功率三极管，要求电流放大系数$\beta>100$。VD1、VD2宜用ϕ3mm红色高亮度发光二极管。

R1、R2均用RTX−1/8W型碳膜电阻器。B用ϕ27mm的压电陶瓷片，如FT−27、HTD27IC−1型等，要求配带简易塑料共振腔盖；BL用ϕ27mm×9mm或ϕ29mm×9mm、8Ω、0.25W超薄微型动圈式扬声器，以减小体积、方便安装。G用两节5号干电池串联（需配带塑料电池架）而成，电压3V。

三、制作与使用

整个电路按照图2（或图3）所示，以音乐集成电路IC的芯片为基板进行焊接，无需另外再设计制作电路板。焊接时注意：电烙铁外壳必须良好接地，否则交流感应电压会击穿音乐集成电路IC内部的CMOS电路，从而造成IC芯片永久性损坏！

除压电陶瓷片B和发光二极管VD1、VD2外，其余元器件应焊装在一个体积合适的塑料小盒内。注意：盒面板事先要为扬声器BL开出释音孔。压电陶瓷片B和发光二极管VD1、VD2均分别通过适当长度的双股软细电线引出盒外。由于音乐集成电路IC存在着固有的输出信号结束延时触发特性，故不必担心扬声器BL所发出的声音会由B接收后造成电路自我触发而发声不止。

焊接好的电路，只要元器件质量有保证，焊接无误，一般不需任何调试便可投入使用。如果发生接通电源后乐曲演奏不止的现象，可通过适当加大电阻器R1的阻值或改用β值小一些的晶体三极管VT1来加以排除。反之，如果嫌声控触发灵敏度不够，可通过适当减小R1的阻值或改用β值大一些的VT1来加以提高。如果电路产生自激振荡，可通过在音乐集成电路IC的电源端跨接一只22μF～47μF的电解电容器（正极接V_{DD}、负极接V_{SS}）来加以排除。如果觉得乐曲演奏速度太快或太慢，可通过适当增大或减小电阻器R2的阻值（或电容器C的容量）来加以调整，直到听起来最为满意为止。R2阻值取值范围一般为51kΩ～75kΩ。

图4

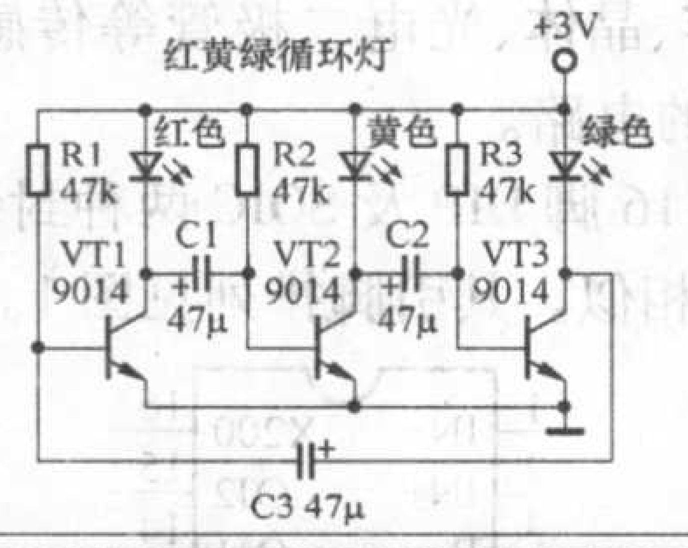
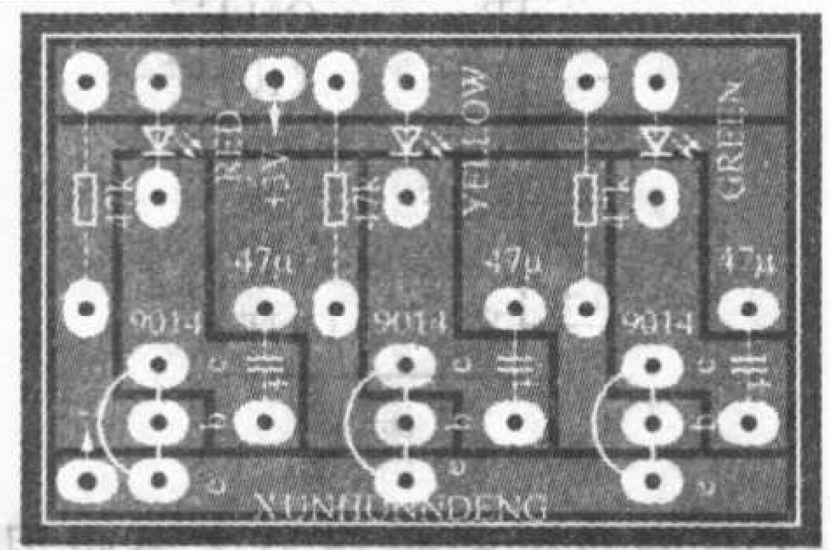
调试完毕，参照图4所示，将声控音乐闪光电路装入一个大小合适、造型漂亮的市售普通绒布“圣诞老人”体内。具体方法：在“圣诞老人”身体背部的适当位置处用刀划开长约10cm的直口子，并用针线缝上一根拉链，以便于置入电路盒和以后更换干电池。发光二极管VD1、VD2分别嵌入“圣诞老人”的双眼内，方法是：首先，取下塑料眼珠，在眼珠背面向前钻ϕ3mm的小孔（注意不要钻穿）；然后，将发光二极管插入小孔内，并用快干胶或热熔胶加以固定，接下来再将眼珠装回原来的位置。将“圣诞老人”体内填充物去掉少许，以腾出空间安放电路盒。压电陶瓷片B1可安置在“圣诞老人”的嘴部，并事先在嘴部开出受音小孔。电路盒面板上的释音孔应紧贴“圣诞老人”的绒布肚皮，以便对外良好放音。

由于整个电路平时静态耗电很小，实测静态总电流≤10μA，故电路未设置电源开关。但长时间不用声控音乐“圣诞老人”时，应将干电池从电路盒内的电池架上取下来，以免电能消耗尽后，电池流液腐蚀坏电路。

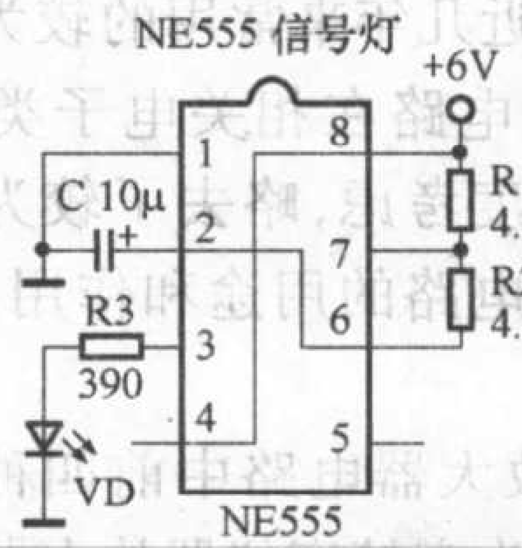
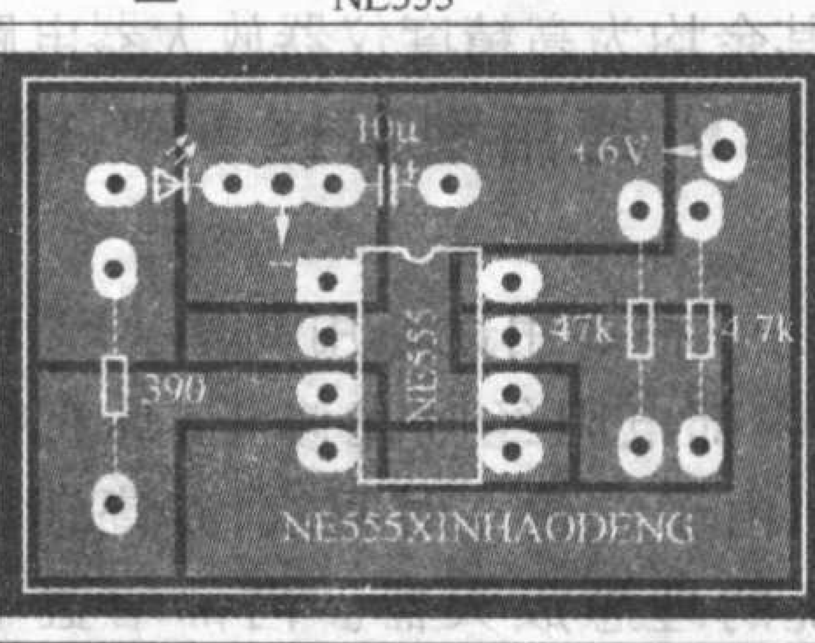
经典电子制作C系列（下）

文/周宝善

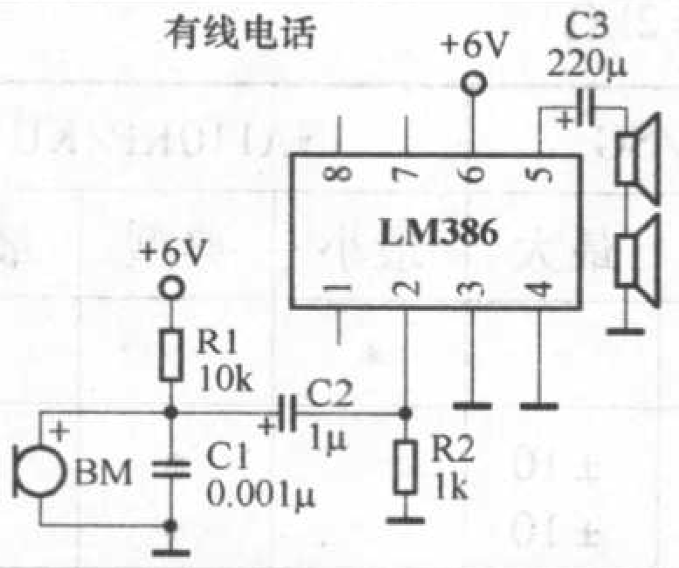
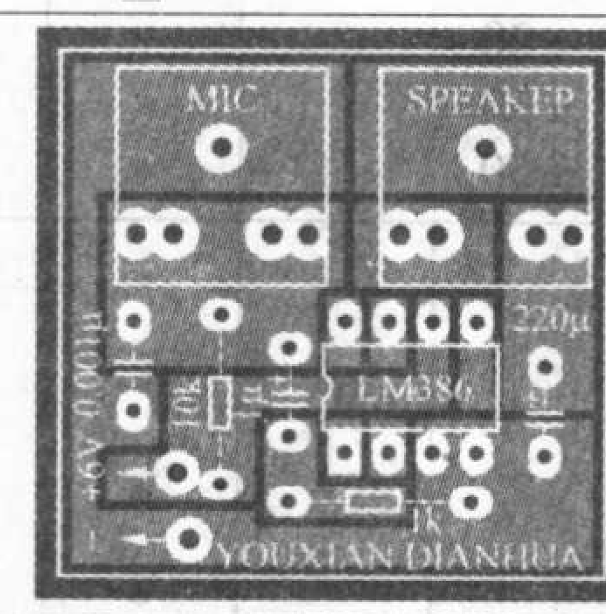
C5 红黄绿灯循环灯

实验效果	红黄绿灯交替熄灭。
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：无稳态三极管放大电路，即多谐振荡器，电路中的3只三极管交替截止，因而红色、黄色和绿色发光二极管交替熄灭，使用方法是：接通电源，将看到红色、黄色和绿色发光二极管交替熄灭，适当增大R1、R2、R3、C1、C2、C3，振荡频率将变低。反之，振荡频率将变高。用于灯光装饰。
元器件	[1] 9014三极管、电阻、电容均为普通元器件； [2] 红色、黄色和绿色发光二极管为高亮度发光二极管。

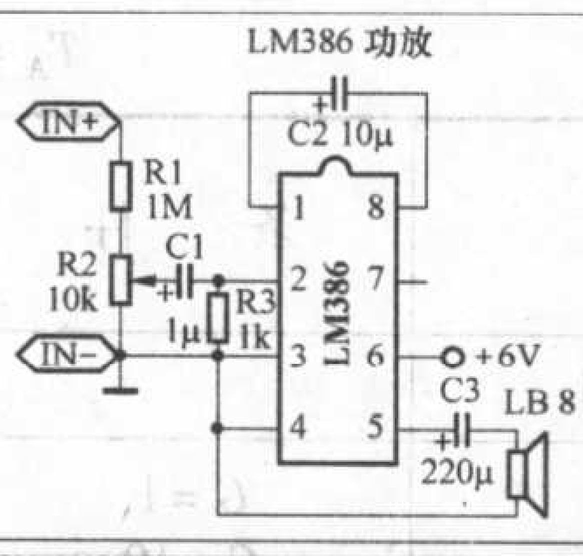
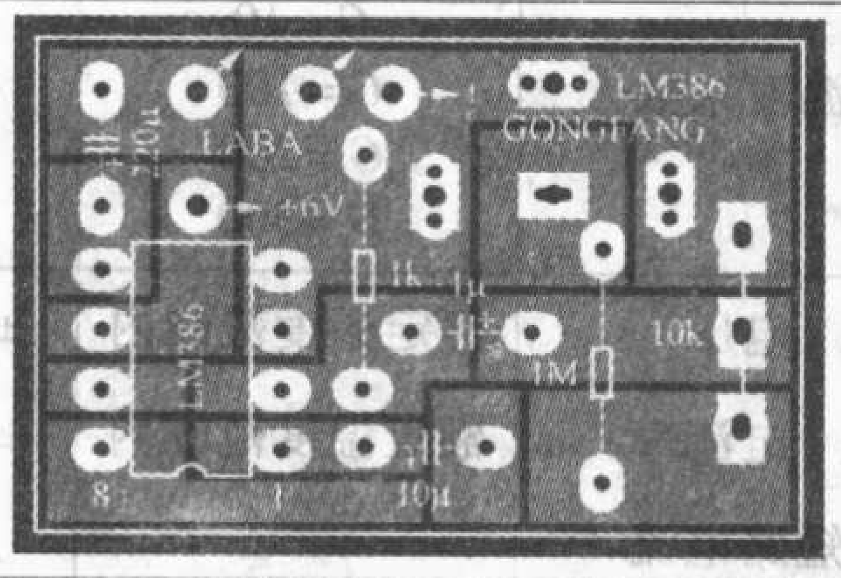
C6 NE555信号灯

实验效果	[1] 发光二极管闪烁；[2] 输出方波；[3] 可驱动小电机。
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：无稳态振荡器，增大电阻R2与电容C，发光二极管闪烁频率变慢，反之，减小电阻R2与电容C，发光二极管闪烁频率变快，使用方法是：通电后，发光二极管闪亮；用于灯光装饰。
元器件	[1] 电阻、电容均为普通元件； [2] 红色发光二极管为高亮度发光二极管； [3] NE555集成电路，它是一块时基电路。

C7 有线电话

实验效果	插入耳机与MIC可听到自己说话唱歌的声音；
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：音频功率放大器。话筒将接收到的声音信号变成电信号，经电容C2耦合，送至放大器进行功率放大。使用方法是：接通电源，接入MIC与耳机，可听到自己说话唱歌的声音，用于有线对讲、有线电话。
元器件	[1] 电阻、电容、电位器均为普通元器件； [2] LM386为低电压音频功率放大器。

C8 LM386功放

实验效果	[1] 可放大DVD与电视音频信号；（2）声音大小可调
电原理图	
线路板图	
制作说明	该制作电路原理是：音频功率放大器。使用方法是：接通电源，接入DVD或电视音频信号，扬声器即发出声音，声音大小可调节，适当增大电源电压，比如：9V，则扬声器发声将更响亮些，用于音频信号放大或者音乐门铃声音放大。
元器件	[1] 电阻、电容、电位器均为普通元器件； [2] LM386为低电压音频功率放大器。

十二种高级运算放大器电路简析及其典型应用

周彦芳

本文介绍12种近几年来常用的较为新型的高级运算放大器电路，这些电路在相关电子类报刊上并不多见，从实用和适用角度考虑，略去了较为复杂的工作原理，简单阐述各相关电路的用途和作用，着重介绍其性能参数和典型应用。

文中所涉及的放大器电路中前四种为通用型仪器放大器电路，其余均为高精度仪器放大器电路。

一、INA110通用型高速FFT输入放大器电路

INA110是一种多用途通用高速FFT输入放大器电路，该器件内部电阻经激光修正，具有极好的动态效应及精度。由于它建立时间快，是高速或多路输入数据采集系统的理想放大器。内部增益电阻可以提供1、10、100、200、300、500、600、700及800等九种不同的增益及任意增益，对差模输入及共模输入电压均设有保护电路。该器件有极高的输入阻抗和极低的输入偏置电流，特别适合有输入滤波器或输入保护的电路。

INA110适用于多路输入数据采集系统、快速差模脉冲放大器、高速增益模块、高阻抗放大器和信号源内阻很高（如电容、晶体、光电二极管等传感器）及输入级有低通滤波器的电路。

INA110有16脚DIP及SOIC两种封装形式，外引脚与AD524/624相似。其引脚排列见图1。

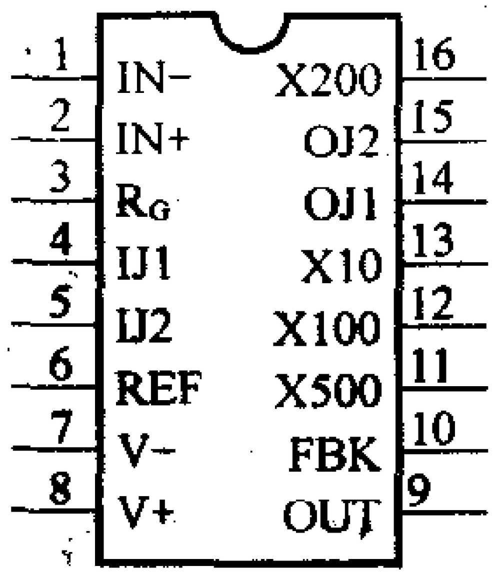


图1

1. INA110电路性能特点及主要应用参数

（1）性能特点

INA110的输入阻抗≥$5\times10^{12}\Omega$（差模）；偏置电流小，典型应用值为50pA［INA110BG/SG］；共模抑制比高，其最大值可达到116dB；内部设置增益为1、10、100、200、500；增益漂移低达（10～50）$\times10^{-6}$/℃；失调电压漂移正常情况下不大于2μV/℃。

（2）INA110主要应用参数（见表1）

表1　T_A = +25℃，电压 U_S = ±15V，负载阻抗 R_L = 2kΩ

参数		条件	INA110AG			INA110BG/SG			INA110KP/KU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	范围		1		800	*		*	*		*	
增益	温度系数	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=200$ $G=500$		±3 ±4 ±6 ±10 ±25	±20 ±20 ±40 ±60 ±100		* ±2 ±3 ±5 ±10	±10 ±10 ±20 ±30 ±50		* * * * *		10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃
输出	电压	额定温度范围内	±10	±12.7		*	*		*	*		V
输出	电流	额定温度范围内	±5	±25		*	*		*	*		mA
输出	短路电流			±25			*			*		mA
输出	电容负载	稳定		5000			*			*		pF
输入	失调电压			±(100+1000/G)	±(500+5000/G)		±(50+600/G)	±(250+3000/G)		*	*	μV
输入	失调电压电源系数	U_S=6V～±18V		±(4+60/G)	±(30+300/G)		±(2+30/G)	±(10+180/G)		*	*	μV/V
输入	失调电压温度系数			±(2+20/G)	±(5+100/G)		±(1+10/G)	±(2+50/G)		*		μV/℃

续表1

参数		条件	INA110AG			INA110BG/SG			INA110KP/KU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
偏置、失调电流	偏置电流	每个输入		20	100		10	50		*	*	pA
	失调电流			2	50		1	25		*	*	pA
	差模阻抗			5×10^{12}/6			*			*		Ω/pF
	共模阻抗			2×10^{12}/1			*			*		Ω/pF
电压	线性响应范围		±10	±12						*	*	V
输入噪声	电压（峰峰值）	f_o = 10kHz f_o = 0.1Hz～10Hz		10 1			* *				* *	$f_A/\sqrt{Hz}$ μV
	电流（峰峰值）	f_o = 10kHz		1.8			*				*	$f_A/\sqrt{Hz}$
输出噪声	电压（峰峰值）	f_o = 10kHz f_a = 0.1Hz～10Hz		65 8			* *				* *	$nV/\sqrt{Hz}$ μV
动态响应电源	小信号（-3dB）	G=1 G=10 G=100 G=200 G=500		2.5 2.5 470 240 100			* * * * *				* * * * *	MHz MHz kHz kHz kHz
	全功率	U_o = ±10V G=2～100	190	270		*	*				*	kHz
	压摆率	G=2～100	12	17		*	*				*	V/μs
	建立时间	G=100.01%		3			*				*	μs
	过载恢复	50%过载		1			*				*	μs
	电压范围		±6		±18	*		*	*		*	V
	静态电流	U_i=0		±3	±4.5		*	*		*	*	mA
温度	规范范围		-25		+85	*		*	0		+70	℃
	工作范围		-55		+125	*		*	-25		+85	℃

注：表中"*"表示参数与INA110AG相同

2. INA110内部电路组成与基本接法

INA110的内部电路结构见图2。它主要由IC1、IC2、IC3三个运放及若干个高精度电阻组成，设有输入、输出失调电压调整端。其体接法如图3所示。增益值的选择是通过3脚与其他引脚的不同连接完成的。表2列出了不同增益的引脚连接方法及其增益误差、增益漂移等情况。

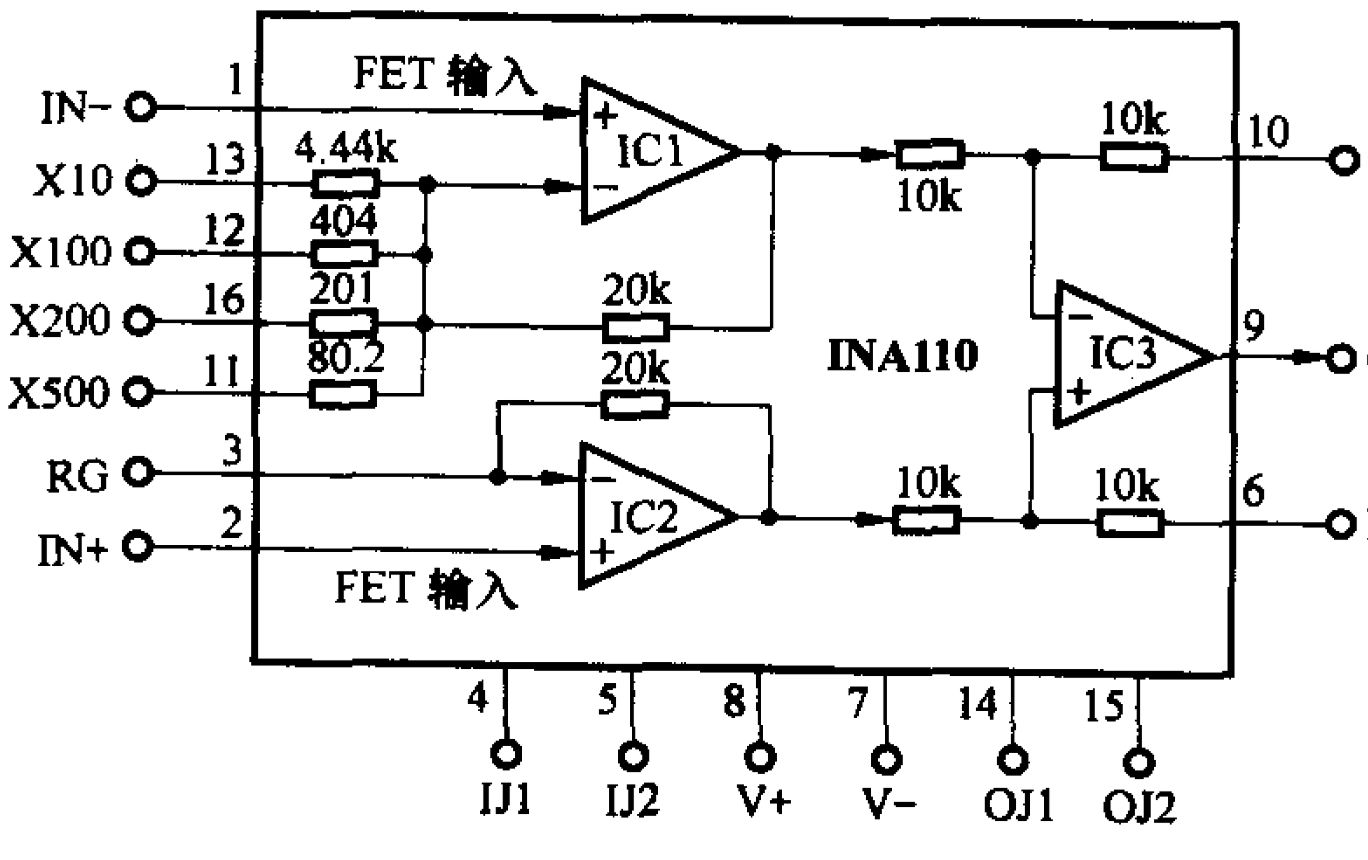


图2

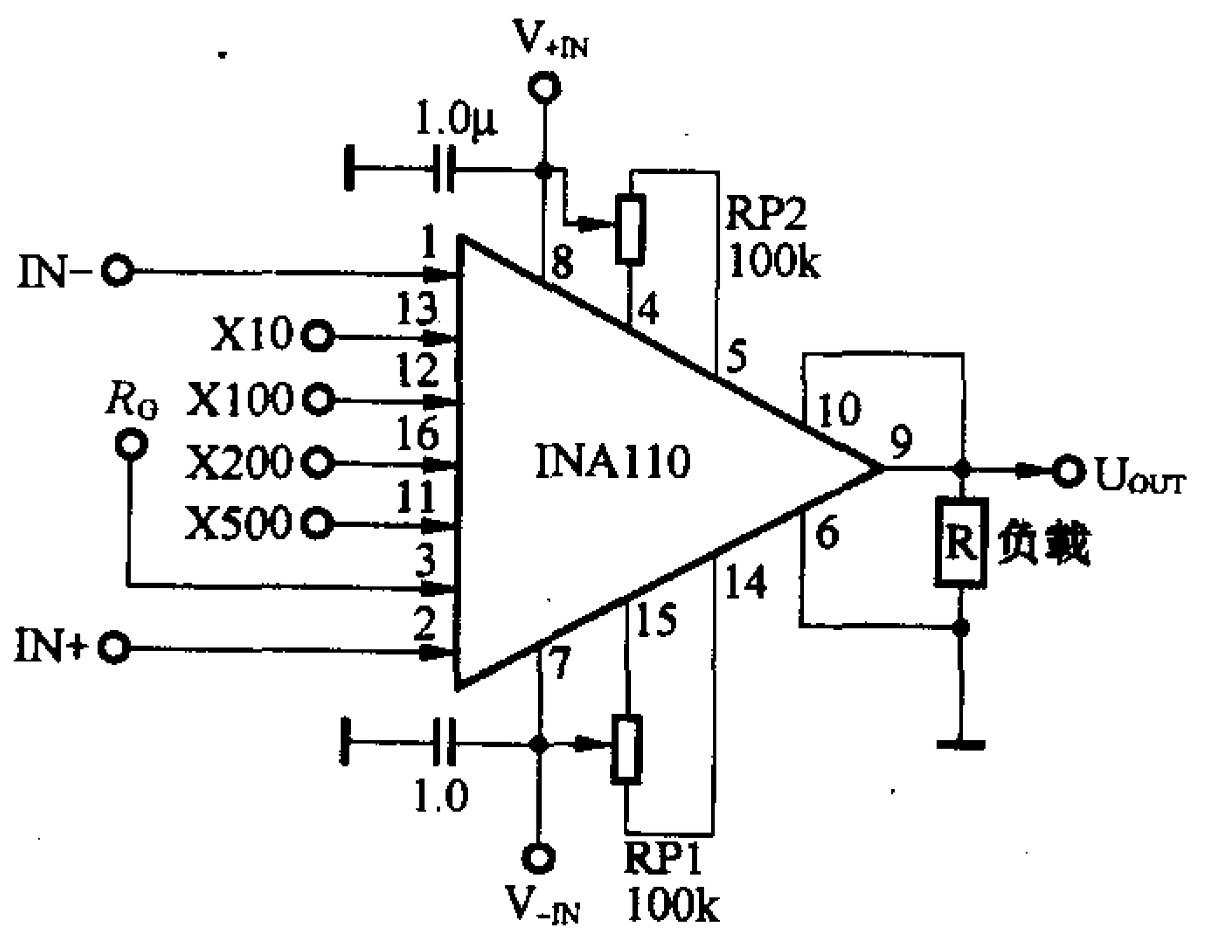


图3

如果需要获得任意增益，可在3脚与11脚、12脚、16脚之间外接一只电阻R_G来实现，R_G与要求的增益G

由下式决定。

$$G = 1 + \frac{40\text{k}\Omega}{50\Omega + R_G}$$

表 2

增　益	3 脚连接	增益误差（%）	增益漂移（10^{-6}/℃）	备　注
1	不连接	0.02	±10	增益精度保证值
10	13	0.05	±10	
100	12	0.1	±20	
200	16	0.2	±30	
500	11	0.5	±50	
300	12、16	0.25	±10	增益误差较大
600	11、12	0.25	±40	
700	11、16	2.0	±40	
800	11、12、16	2.0	±80	

INA110 在一般情况下应用时，不需要外接调整电路，若需要调整其失调电压，只要调整 RP1 或 RP2 即可：在高增益时［$G>100$］，调整输入失调电阻 RP2；在低增益时调输出失调电阻 RP1。失调电压的调整会增加漂移。在调整输入失调电压时，每调节 100μV 将会使漂移增加 0.33μV/℃左右。

3. INA110 的典型应用

INA110 既可应用于单端输入也可应用于双端输入，由于其优良的特性，特别适用于需要获得高输入阻抗及不同增益的场合。图 4 给出了双绞线连接的单端输入电路；图 5 为典型的双端输入电路，其输入端可直接接入温度、应变、压力等不同的传感器。图 5 电路中，由于引入了反馈网络 IC1，使得共模抑制比大大提高，有利于测量微弱信号。

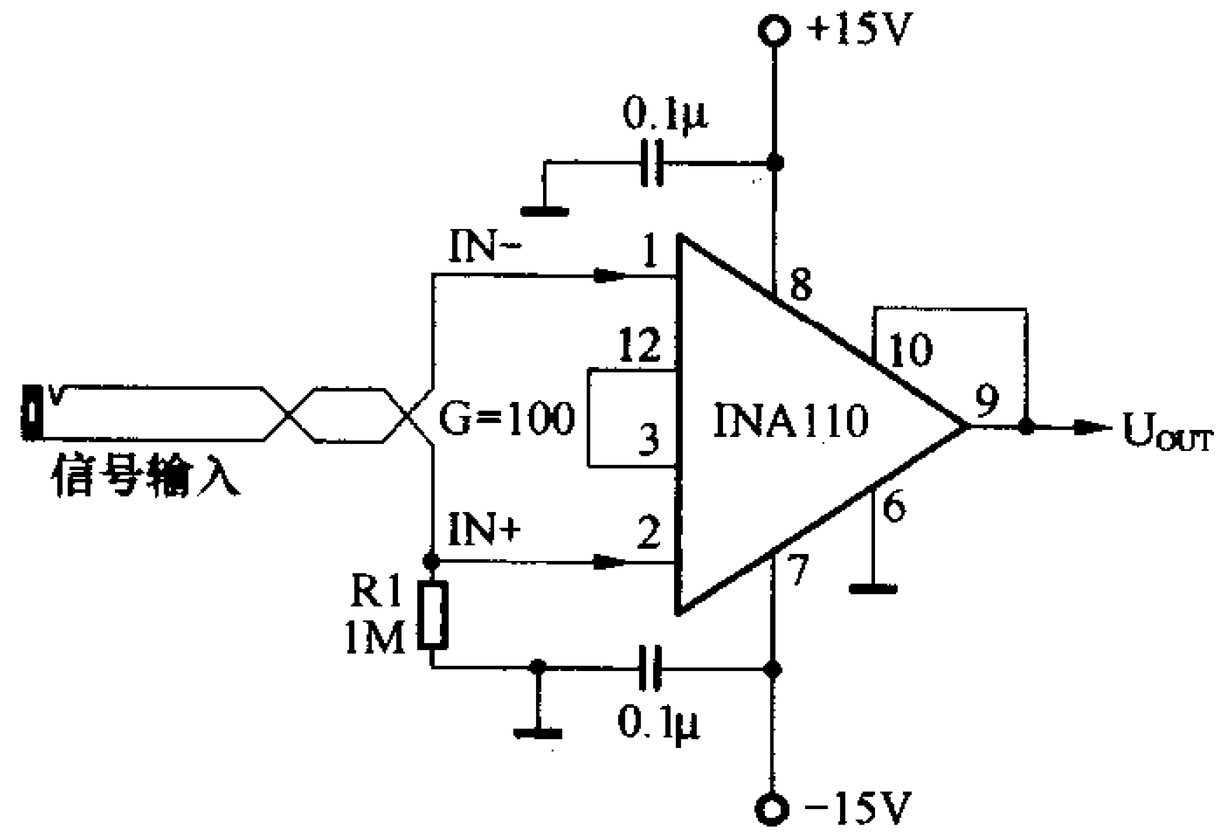


图 4

有时需要得到不同的测量增益，可在 INA110 的增益端接入多路模拟开关。模拟开关的控制既可采用手动式，也可采用自动式。这种电路尤其适合具有 CPU 控制的智能测量电路。图 6 给出了这种接法。其模拟开关为 CD4052，通过选择 A0～A2 的逻辑电平便可获得 ×10、×100、×200、×500 的增益。

在比较复杂的场合下使用时，为了增加 INA110 的保护，可采用图 7 与图 8 的接法。图 7 为输入保护电路，

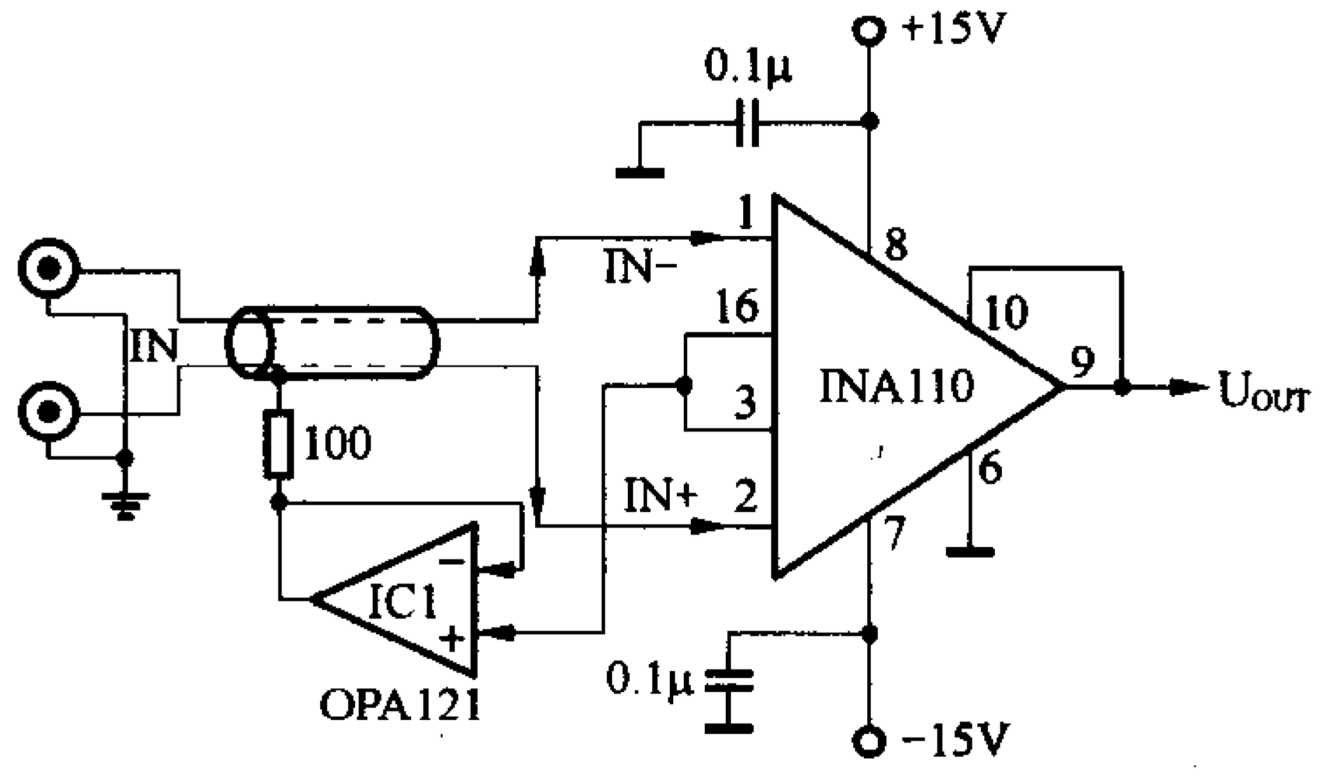


图 5

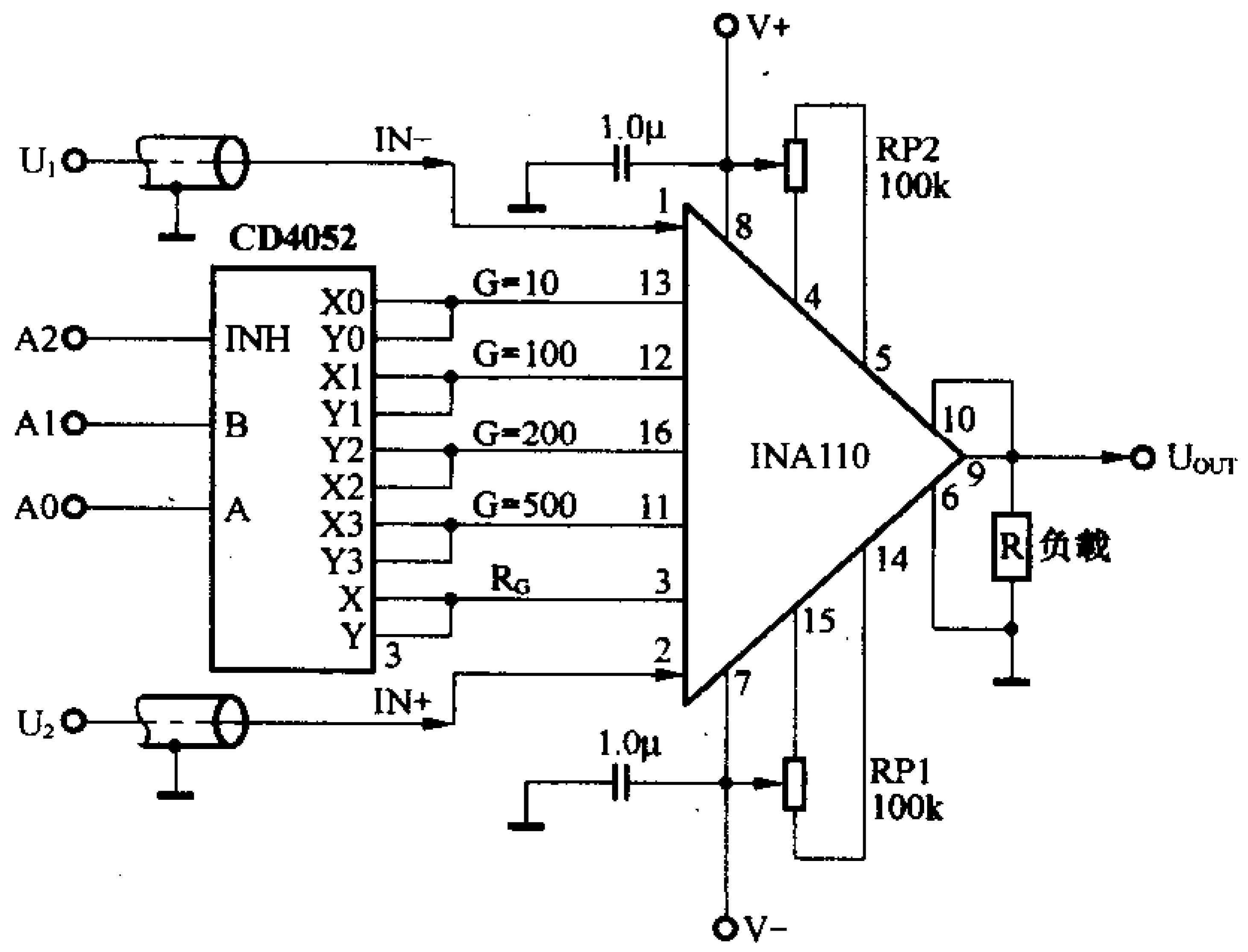


图 6

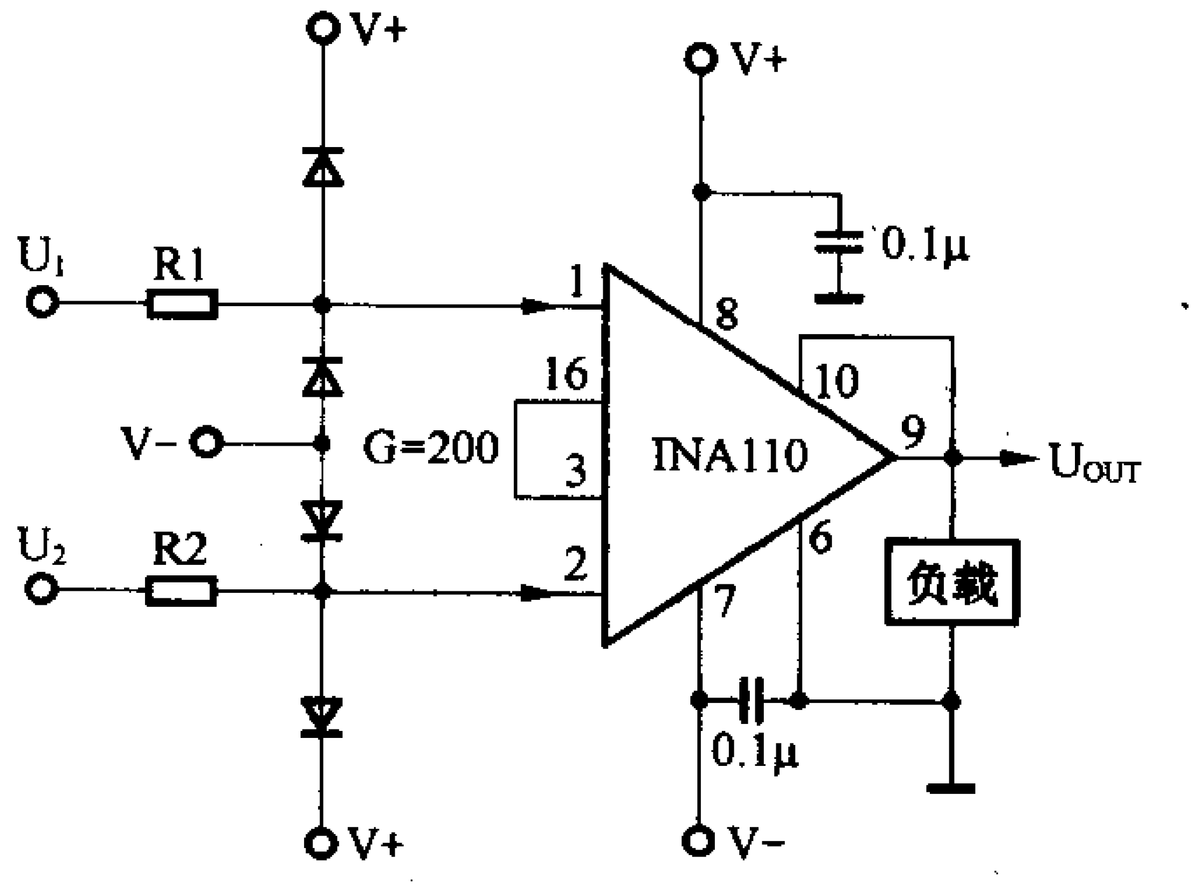


图 7

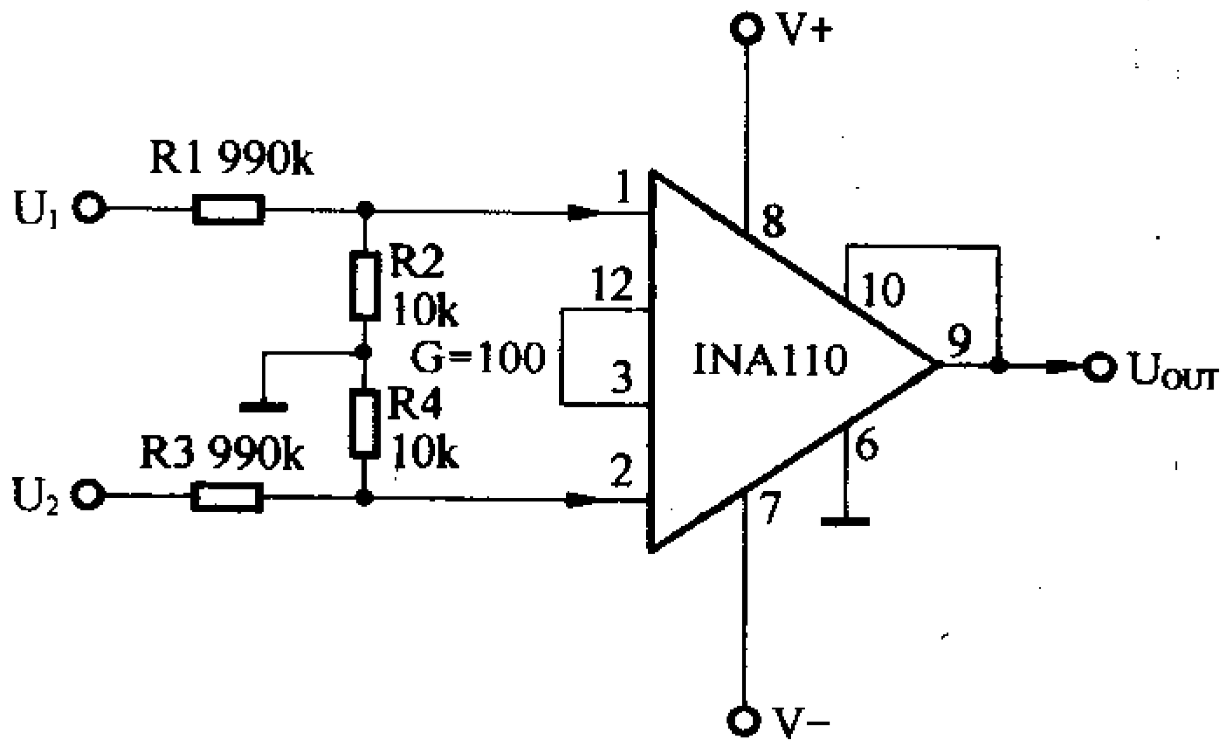


图 8

当输入电压超过电源电压时，通过输入电阻 R_1、R_2 及二极管加以保护。电阻 R_1 与 R_2 可由所限电流的大小确

定。图8为高压保护电路，当输入电压过高时，通过电阻分压即可大大减小共模电压。按图中的参数共模电压范围可达到±1000V。

二、INA114/115 通用型仪器放大器电路

INA114/115 是一款低成本的普通型通用仪器放大器，不需要外接失调电路就可以获得很高的精度。用户在一般应用时只需外接一只普通电阻 R_G 就可以得到任意增益，其增益范围从 $1\sim1\times10^4$ 可调，正负输入端具有内部过压保护电路，其保护范围可达±40V，具有很高的共模抑制比、很低的失调电压及漂移电压。它能在±2.25V 的低电压下工作，适合电池供电及单一+5V 供电系统使用。

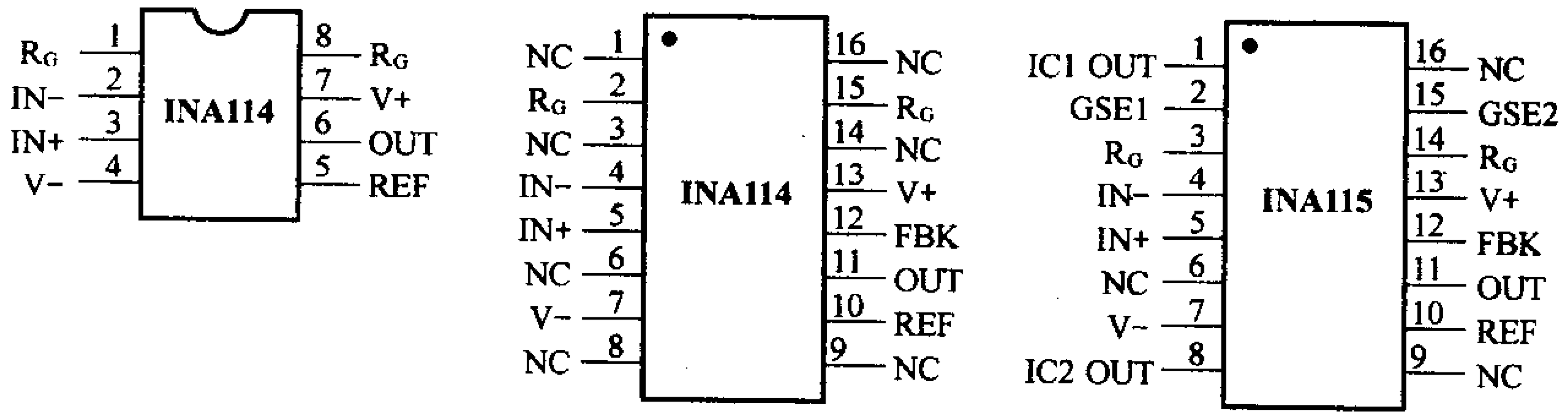
INA114/115 可广泛应用于桥式放大器、热电偶测量放大器、医用放大器及数据采集放大器。

INA114 采用8脚 DIP 及16脚 SOL 两种封装形式：8脚封装便于设计便携式放大器；16脚封装适合具有反馈输出且获得更高增益的系统中。INA115 为16脚 SOL 封装，该封装设计对提高共模抑制极为方便。其封装引脚排列见图9。

1. INA114/115 电路性能特点

低失调电压，最大值为50μA；低漂移性，最大值为0.25μV/℃；低输入偏置电流，最大值为2nA；高共模抑制比，最小值为115dB[$G=1000$]；输入过载保护≤±40V；电压应用范围为±2.25V～±18V；静态电流低，最大值为3mA。

2. INA114/115 主要应用参数(见表3)



(a) (b) (c)

图9

表3 室温：$T_A=+25℃$，电源 $U_S=\pm15V$，负载 $R_L=2k\Omega$

参数		条件	INA114BP/BG/BU,115BU			INA114AP/AG/AU,115AU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	
输入	失调电压	$T_A=\pm25℃$		±10+20/G	±50+100/G		±25+30/G	±125+500/G	μV
	失调电压温度系数	$T_A=T_{min}\sim T_{max}$		±0.1+0.5/G	±0.25+5/G		±0.25+5/G	±1+10/G	μV/℃
	长期稳定性			±0.2+0.5/G			*		μV/月
	差模阻抗			$10^6/6$			*		Ω/pF
	共模阻抗			$10^6/6$			*		Ω/pF
	共模范围		±11	±13.5		*	*		V
	安全电压				±40			*	V
	共模抑制比(共模电压为±10V)	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$	80 96 110 115	96 115 120 120		75 90 106 106	90 106 110 110		dB dB dB dB
偏置失调电流	偏置电流 温度系数 失调电流 温度系数			±0.5 ±8 ±0.5 ±8	±2 ±2		* * * *	±5 ±5	nA pA/℃ nA pA/℃
噪声	电压(峰峰值)	$G=1000$ $f_B=0.1Hz\sim10Hz$		0.4			*		μV
	电流(峰峰值)			18			*		pA

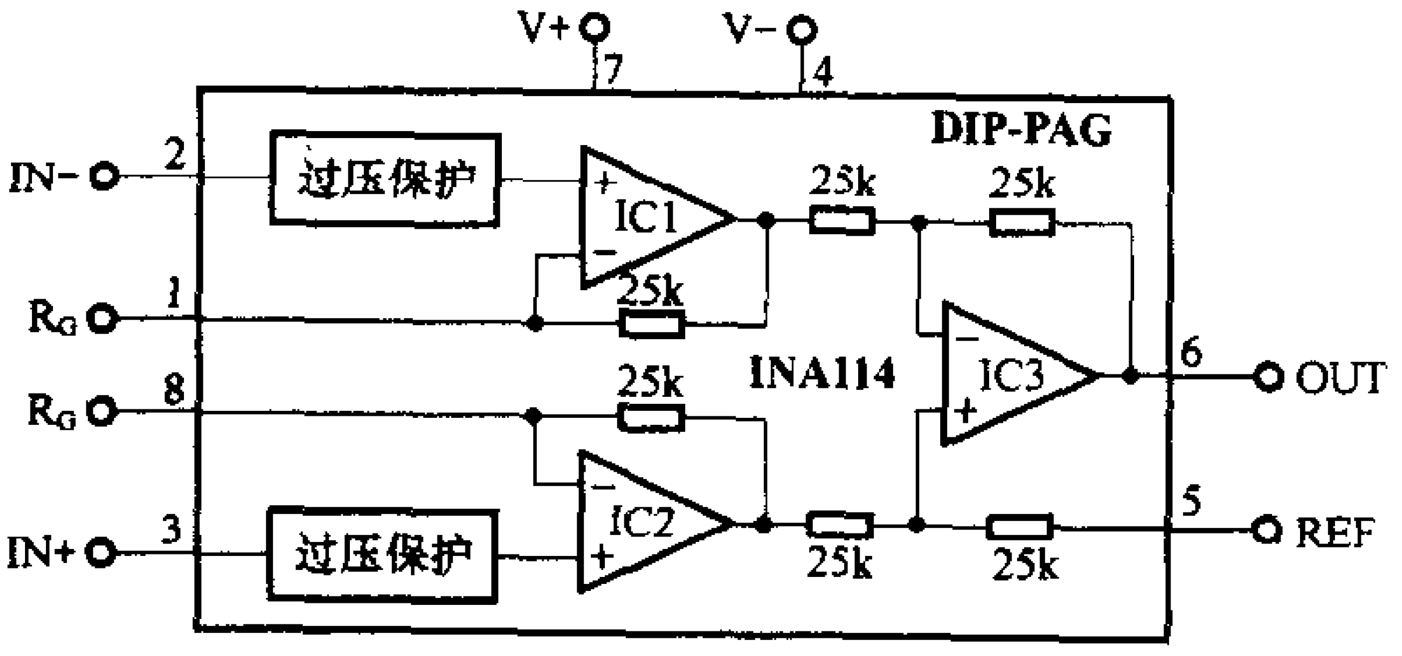
续表3

参数		条件	INA114BP/BG/BU,115BU			INA114AP/AG/AU,115AU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	范围		1		10000	*		*	
增益	误差	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$		±0.01 ±0.02 ±0.05 ±0.5	±0.05 ±0.4 ±0.5 ±1		* * * *	* ±0.5 ±0.7 ±2	% % % %
增益	温度系数	$G=1$		±2	±10		*	±10	10^{-6}/℃
输出	电压	$I_o=5mA$ $T_{min}-T_{max}$	±13.5	±13.7		*	*		V
输出	电压	$U_s=\pm11.4V$ $R_L=2k\Omega$	±10	10.5		*	*		V
输出	电压	$U_s=\pm2.25V$ $R_L=2k\Omega$	±1	±1.5		*	*		V
输出	容性负载稳定性			1000			*		pF
输出	短路电流			+20/-15			*		mA
频率响应	带宽 (-3dB)	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$		1 100 10 1			* * * *		MHz kHz kHz kHz
频率响应	过载恢复	50%过载		20			*		μs
电源	电压范围 电　流	$U_i=0$	±2.25	±15 ±2.2	±18 ±3	*	* *	* *	V mA
温度	规范温度 工作温度		-40 -40		+85 +125	* *		* *	℃

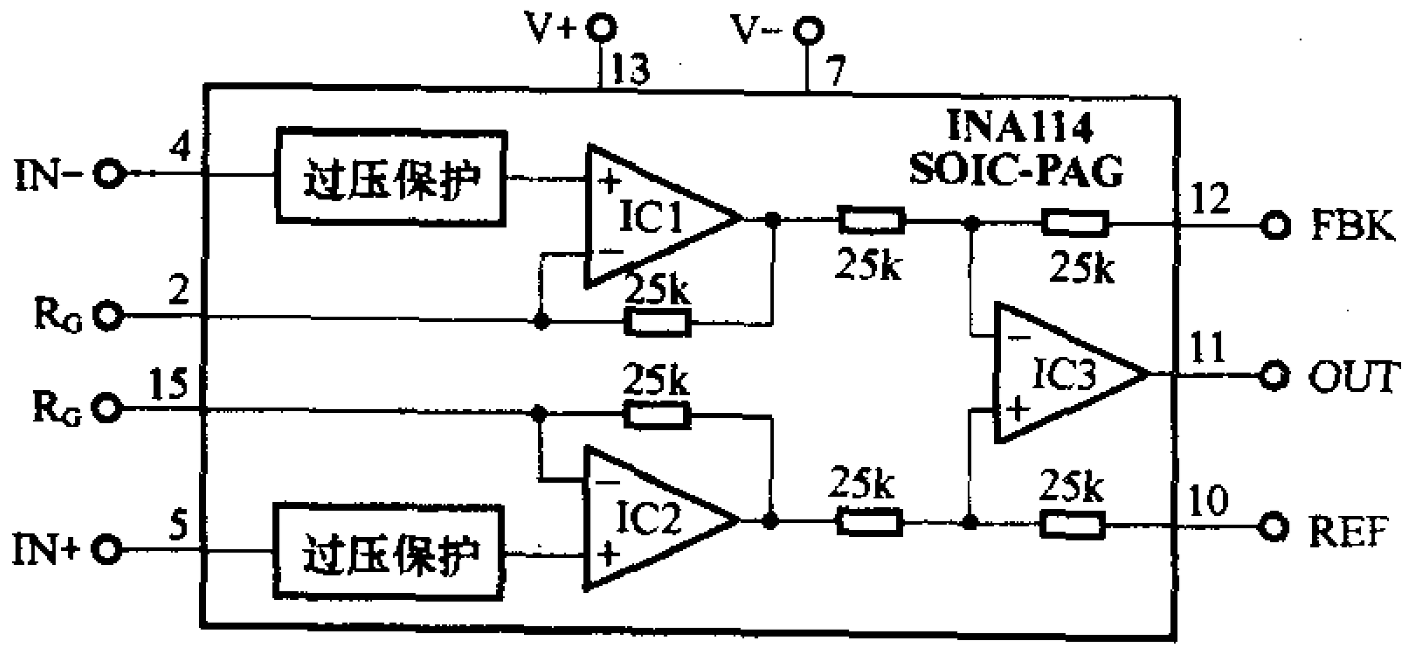
注:上表中"*"号表示参数与INA114BP/BU/115BU相同

3. INA114/115 内部电路组成与基本接法

INA114 的内部电路组成如图 10(a)、图 10(b)所示。IC 内部设置有过压保护电路,采用 IC1、IC2 及 IC3 三个运放组成。其基本接法如图 11(a)、图 11(b)所示。



(a)



(b)

图 10

INA115 内部结构与基本接法如图 12(a)和图12(b)所示。从电路结构上看,它与 INA114 并无太多差别,只是增加了输入端 GSE1 与 GSE2,及输出端 IC1OUT 与 IC2OUT。对一般使用而言,这两个引脚可以空着不用。但在需要获得更高性能与更高增益时,可利用其输入与输出端进行灵活设计。

INA115 的增益与外接电阻 R_G 的关系与 INA114 相同,其公式为

$$G = 1 + \frac{50k\Omega}{R_G} \qquad (2\text{-}1)$$

表 4 列出了不同 R_G 值与增益的关系。从 INA114 的内部结构可以看出,16 脚封装有 FBK 反馈引脚,8 脚封装则无此引脚,使用时用户可根据具体情况灵活运用。

表 4

增益 G	R_G/Ω	1%标称值 R_G/Ω
1	不接	不接
2	50.00×10^3	49.9×10^3
5	12.50×10^3	12.4×10^3
10	5.556×10^3	5.62×10^3
20	2.632×10^3	2.61×10^3
50	1.02×10^3	1.02×10^3

续表 4

增益 G	R_G/Ω	1%标称值 R_G/Ω
100	505.1	511
200	251.3	249.0
500	100.2	100.0
1000	50.05	49.9
2000	25.01	24.9
5000	10.00	10.0
10000	5.001	4.99

4. INA114/115 的典型应用电路

INA114 的电路设计灵活。图 13(a)是一种典型的拾音传感器输入放大电路。R_1 与 R_2 一般取值为 47kΩ，若传感器 M 内阻过高，R_1、R_2 可取值 100kΩ 左右，增益的选择不宜太高，一般情况下设计在 100 倍以内为宜。图 13(b)为热电偶输入的应用电路，对于测量点 T 过远时，应增加输入低通滤波电路，以防因噪声电压而损坏器件。增益大小要根据所选热电偶的类型来确定。

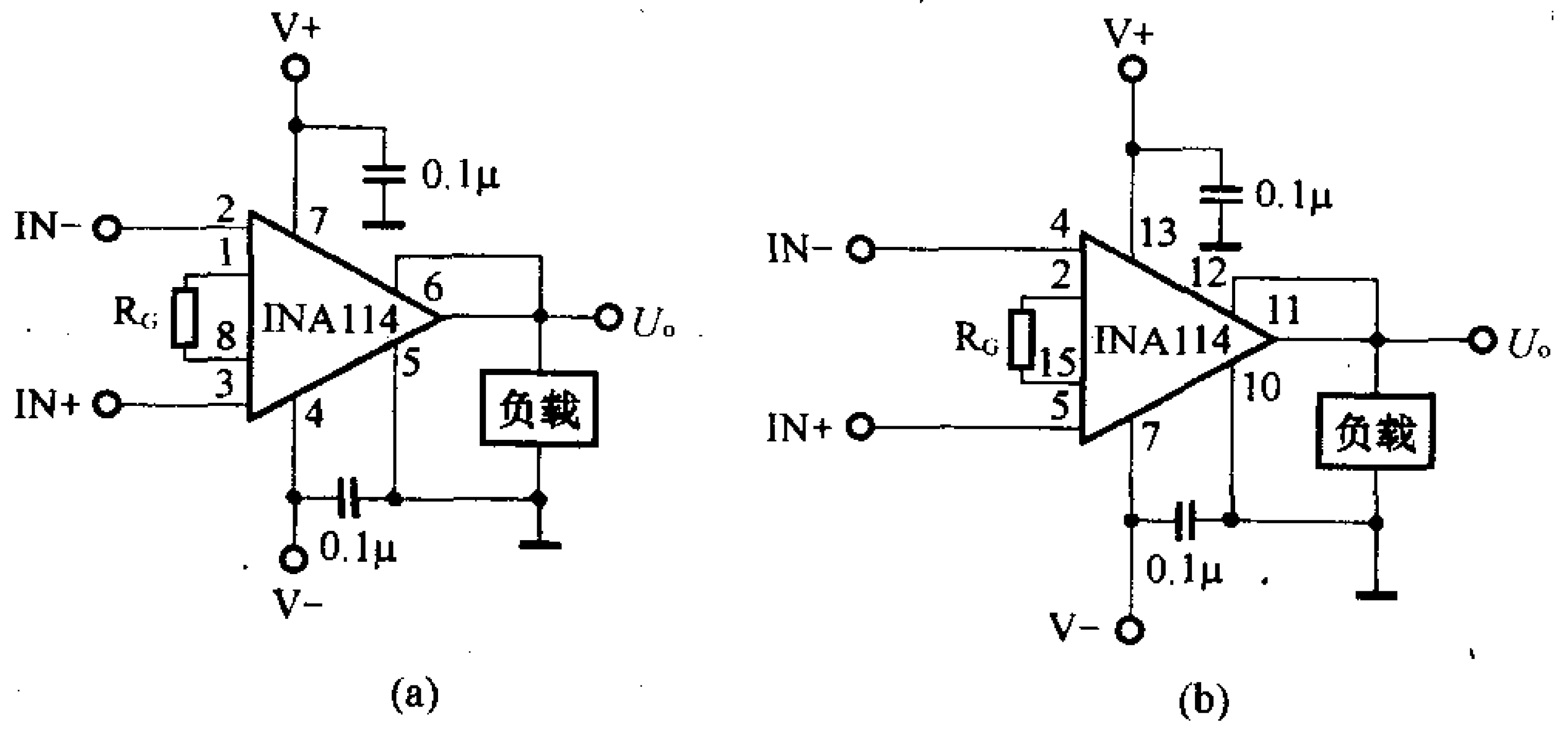


图 11

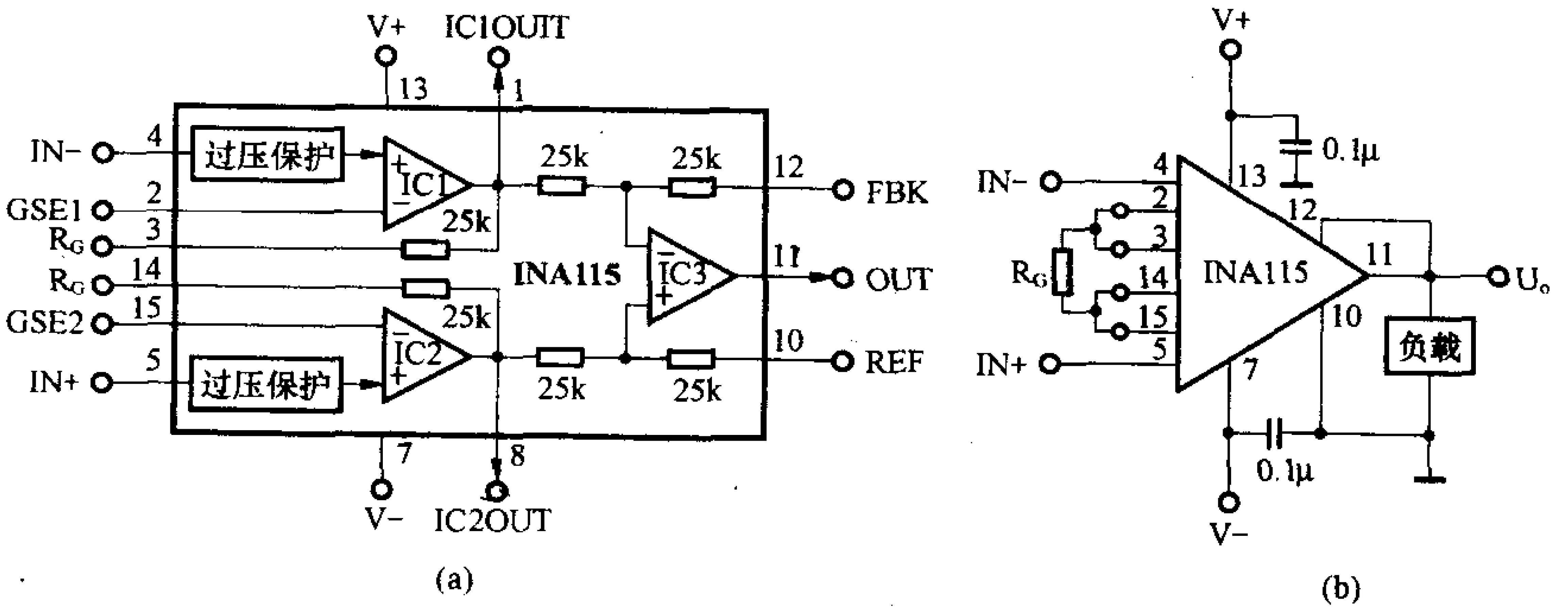


图 12

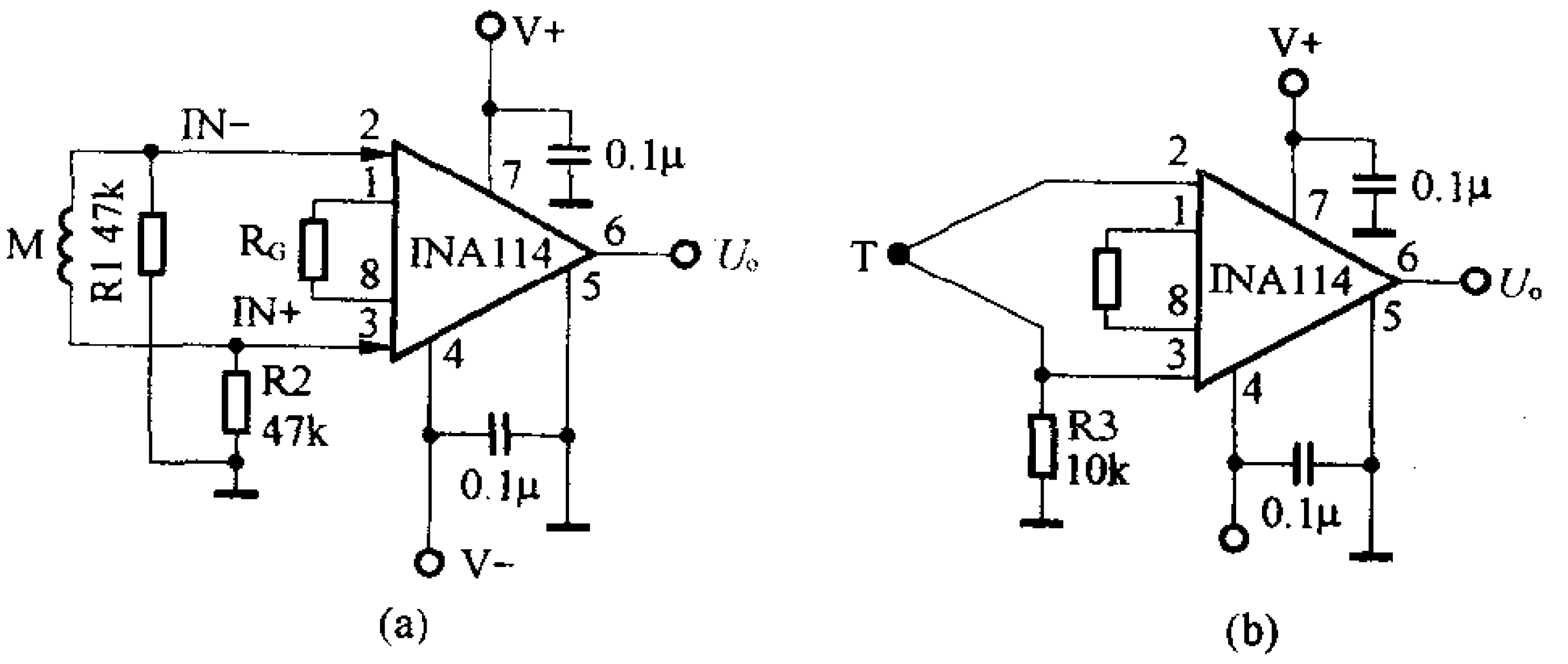


图 13

图 14 是由 INA114 构成的具有共模抑制驱动能力的典型差分电路。其放大倍数为 10，输出电压 $U_o = 10 \times [U_2 - U_1]$。该电路可直接用于压力、应变、温度、生物电等模拟量的测量。运放 IC1 除可用 OPA602 外也可选用 OP07 等器件。这种电路对电源的共模干扰有较强的抑制能力，适用于对微弱信号的测量。

图 15 是由 INA114、IC1、G1、R1 所构成的高通滤波放大电路。增益大小由前式(2-1)确定。对于图中高通截止频率 f_{-3dB} 为 1.59Hz。其截止频率由下式确定

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R1C1} \qquad (2\text{-}2)$$

图 16 为多路模拟开关 HI-50g 与 INA115 所构成的

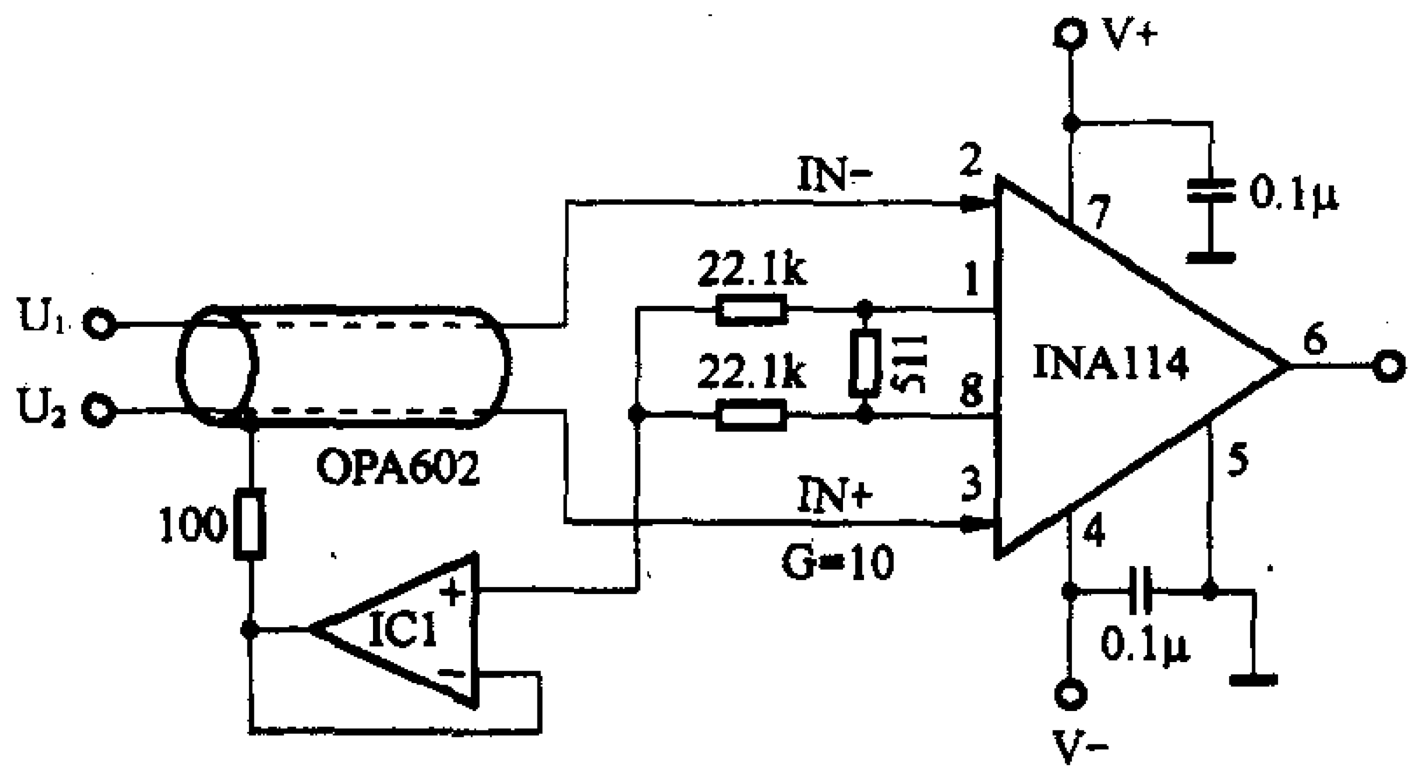


图 14

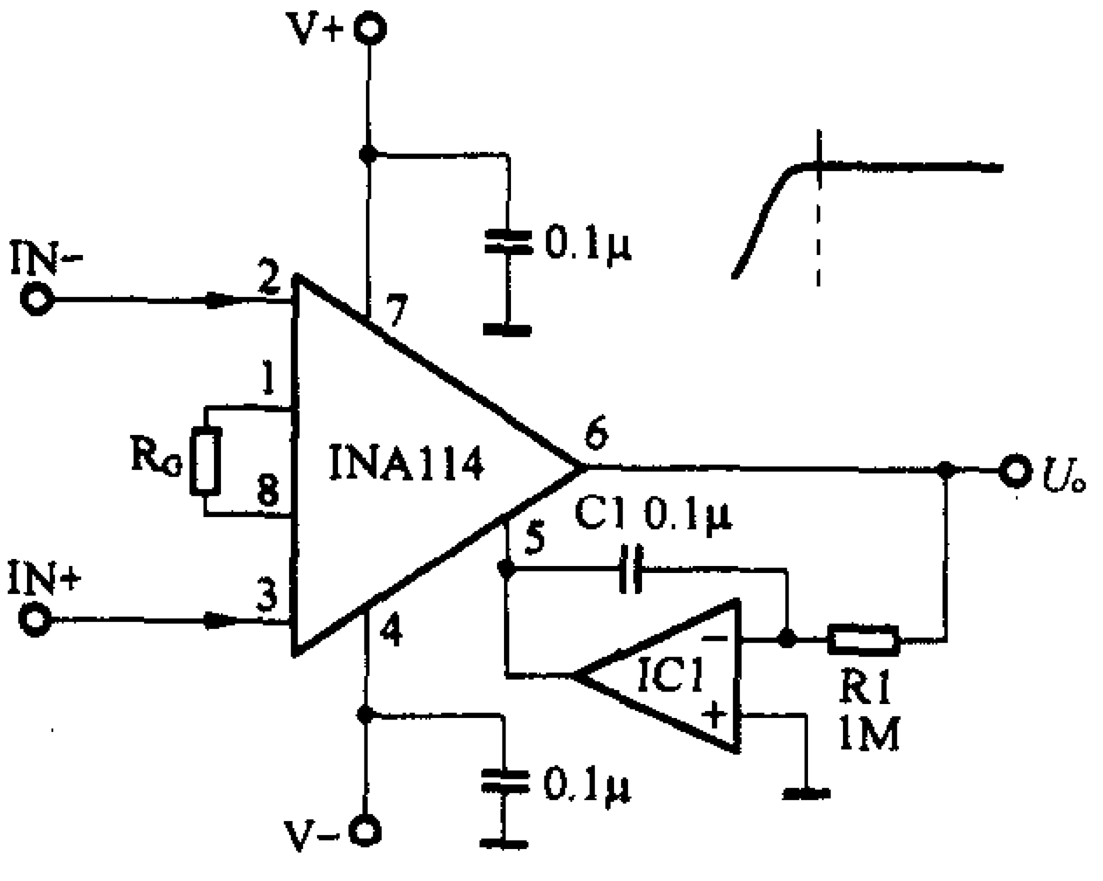


图 15

开关增益放大电路。R_1 ~ R_4 为增益电阻，通过计算和选择不同的增益电阻值，便可获得不同档次的增益大小，其计算公式与式(2-1)相同。模拟开关的控制由A0、A1 逻辑电平决定。表 5 列出了不同的逻辑电平和不同的电阻所得到的不同增益。

表 5

逻辑电平	A1 A0				R_1/Ω	R_2/Ω	R_3/Ω	R_4/Ω
	00	01	10	11				
增益大小(倍数)	1	10	100	1000	5.2k	55.6	500	2.5k
	1	2	4	8	12.5k	12.5k	12.5k	12.5k
	1	2	5	10	15k	10k	10k	15k
	0	+3	+6	+9dB	17.7k	60.3k	25k	17.7k

图 17 是 INA115 在心电图检测中的实用电路。放大器的正、负输入端通过心电传感器分别接至人体的左、右臂上，运放 IC 和电阻 R_1 ~ R_4 组成的驱动网络接到人体的右腿上，构成“浮地”。由于生物电信号较弱，加之有极化电位，所以该级的放大倍数不宜太高，一般取值在 10 ~ 100 之间，并只能作为前置放大。为了检测安全，后级应采用隔离放大，且该级的电源电压最好由隔离电源提供。

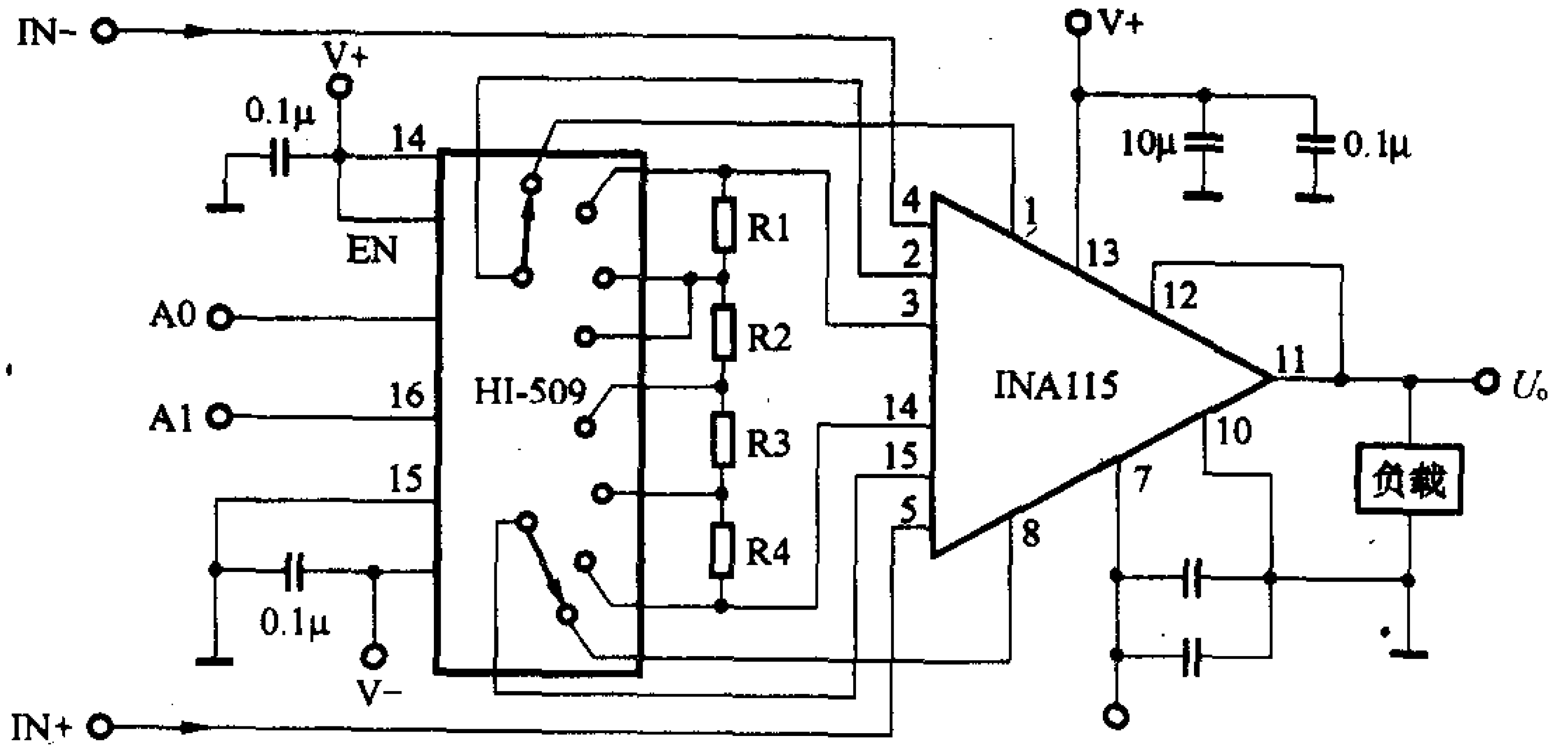


图 16

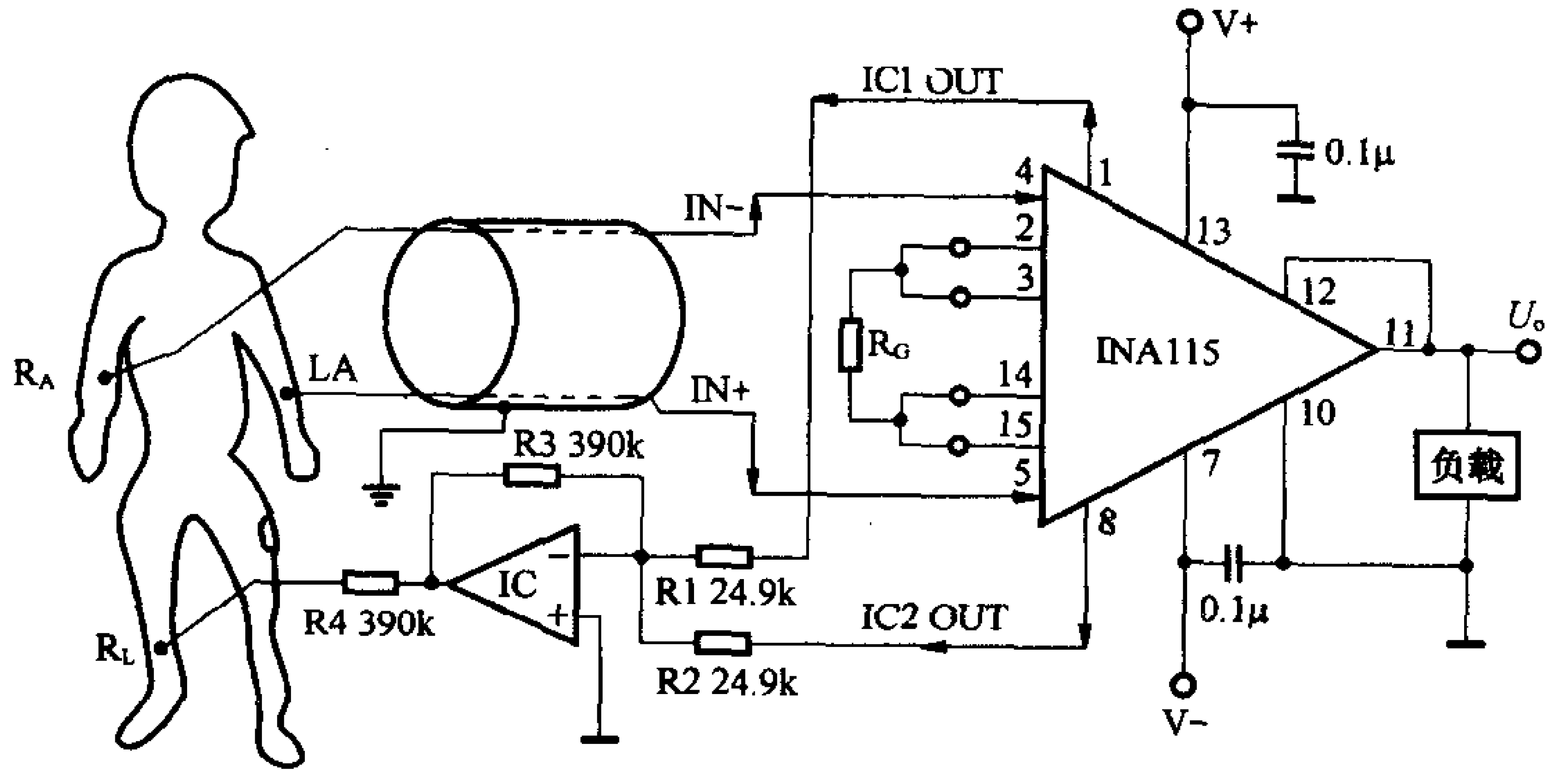
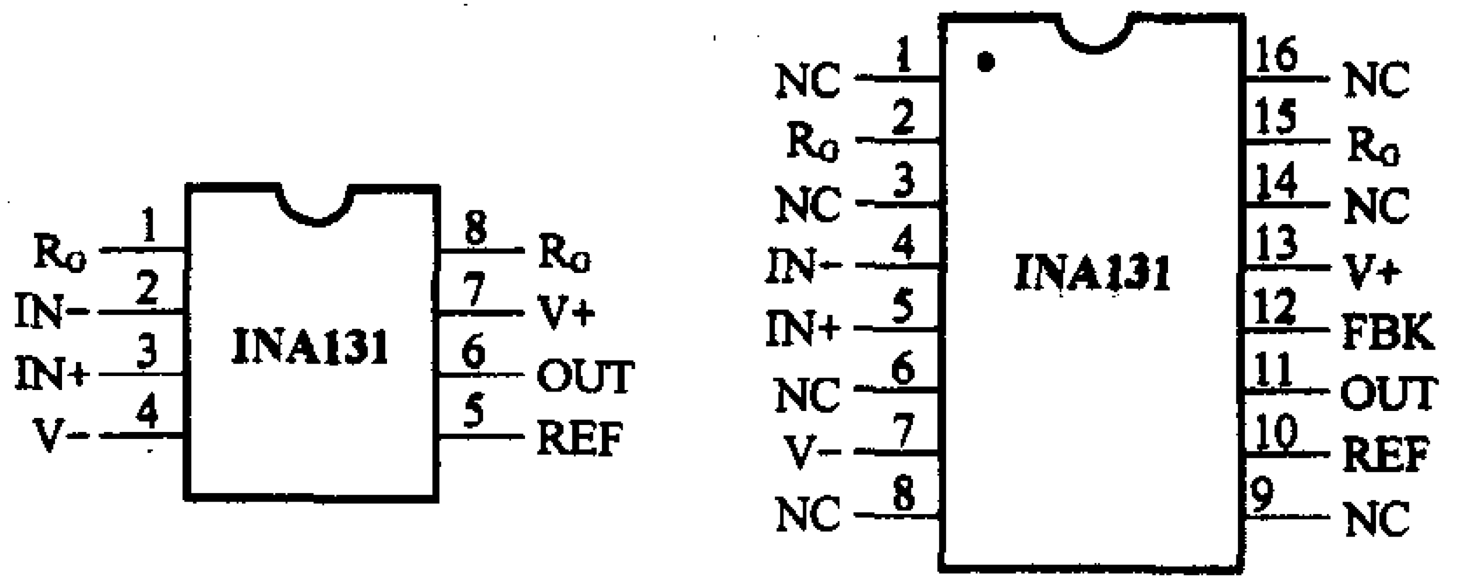


图 17

三、INA131 通用放大器电路

INA131 是一种低成本通用放大器电路，由于内部的增益电阻经过激光修正，因此增益误差很小，本身可提供标准的 100 倍增益，温度漂移低于 50μV，共模抑制比最高可达 110dB，输入保护电压可达 ±40V。该器件使用方便，电路设计灵活，可广泛应用于各种桥式放大器，温度、湿度、应变测量放大器，生物信号检测放大器及多种数据采集放大器。

INA131 有两种封装形式：一种是 8 脚 DIP 封装；另一种为 16 脚 SOL 封装。其引脚排列见图 18(a)及图 18(b)。



(a) (b)

图 18

1. INA131 电路性能特点与主要应用参数

INA131 的主要性能特点为：失调电压最大值为 50μV〔INA131BP/BU〕；最大失调电压温度漂移为 0.25μV/C；最大输入偏置电流为 2nA；最小共摸抑制比为 110dB；输入过压保护为 ±40V；电源电压应用范围是 ±2.25 ~ ±18V；静态工作电流 ≤3mA。INA131 的主要应用参数(见表 6)。

表 6　室温 T_A = +25℃，电源电压 U_S = ±15V，负载阻抗 R_L =2kΩ

参数		条件	INA131BP/BU			INA131AP/AU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	
输入	失调电压	T_A = ±25℃		±10	±50		±25	±125	μV
	压调电压电源系数	U_s = ±2.25 ~ ±18V		0.5	3		*	*	μV/V
	失调电压温度系数	$T_A = T_{min} \sim T_{max}$		±0.1	±0.25		±0.25	±1	μV/℃
	稳定性			0.2			*		μV/月
	差模阻抗			$10^{10}/6$			*		Ω/pF
	共模阻抗			$10^{10}/6$					Ω/pF
	共模范围		±11	±13.5		*	*		V
	安全电压				±40			*	V
	共模抑制比	U_{CM} = ±10V	110	120		106	110		dB
偏置和失调电流	偏置电流			±0.5	±2		*	±5	nA
	温度系数			±8			*		pA/℃
	失调电流			±0.5	±2		*	±5	nA
	温度系数			±8			*		pA/℃
噪声	电压(峰峰值)	G = 1000 f_B = 0.1Hz ~ 10Hz		0.4			*		μV
	电流(峰峰值)			18			*		pA
增益	非线性	R_L = 10kΩ		±0.0003	±0.002		*	±0.004	%
	误差			±0.01	±0.024		*	±0.1	%
	温度系数			±5	±10		*	±20	10^{-6}/℃
输出	电压	I_o = 5mA $T_{min} - T_{max}$	±13.5	±13.7		*	*		V
		U_s = ±11.4V R_L = 2kΩ	±10	10.5		*	*		
		U_s = ±2.25V R_L = 2kΩ	±1	1.5		*	*		
	短路电流	+20/ −15					*		mA
频率响应	带宽	−3dB		70			*		kHz
	过载恢复	50% 过载		20			*		μs
	压摆率	U_o = ±10V	0.3	0.7		*	*		V/μs
	建立时间	0.01%		100			*		μs
电流	电压范围	U_i = 0	±2.25	±15	±18	*	*	*	V
	电　流			±2.2	±3		*	*	mA
温度	规范范围		−40		85	*		*	℃
	工作范围		−40		125	*		*	℃

2. INA131 电路内部结构与基本接法

INA131 的 DIP 与 SOL 封装的内部电路结构如图 19(a)与图 19(b)所示。它主要由三个运放、若干只精密电阻及输入保护电路等组成。两种封装形式的 INA131 仅在 FBK 引脚上,图 19(a)无此引脚,但对设计便携式放大器较为简单。而 SOL 封装却可以利用此引脚进行更复杂的电路设计。图 20(a)和图 20(b)分别为这两种封装的基本放大器接法。当 R_G 脚电阻不接时,基本放大器的增益为 100,当接有 R_G 时,增益 G 与 R_G 的关系为

$$G = 100 + \frac{250\text{k}\Omega}{R_G} \tag{3-1}$$

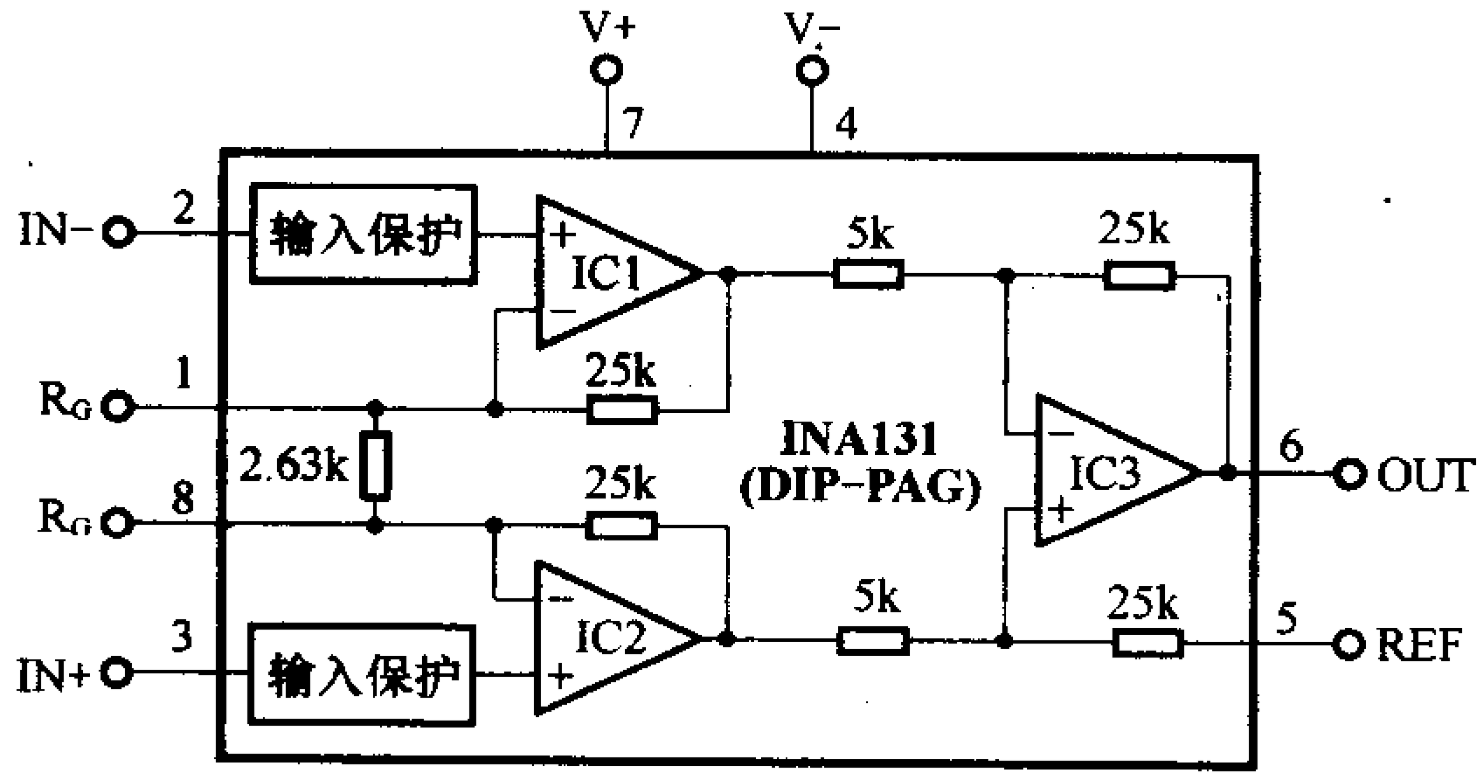
3. INA131 通用放大器的典型应用

图 21(a)是 SOL 封装结构在远距离测量放大器中的典型接法。R_1、R_2、R_3 分别代表 12 脚、11 脚和 10 脚到负载电阻 R_L 的引线电阻。由于采用这种等长度的导线连接,使得电阻具有很好的对称性,可以保证整个测量放大电路的共模抑制能力。图中所增加的 C_1(1000p)是为了消除高频噪声。如果放大器的负载 R_L 较重或引线较长时,也可以在 11 脚与 R_L 之间接入缓冲器,意在增加电路的驱动能力。图 21(b)给出了这种放大器电路的接法。

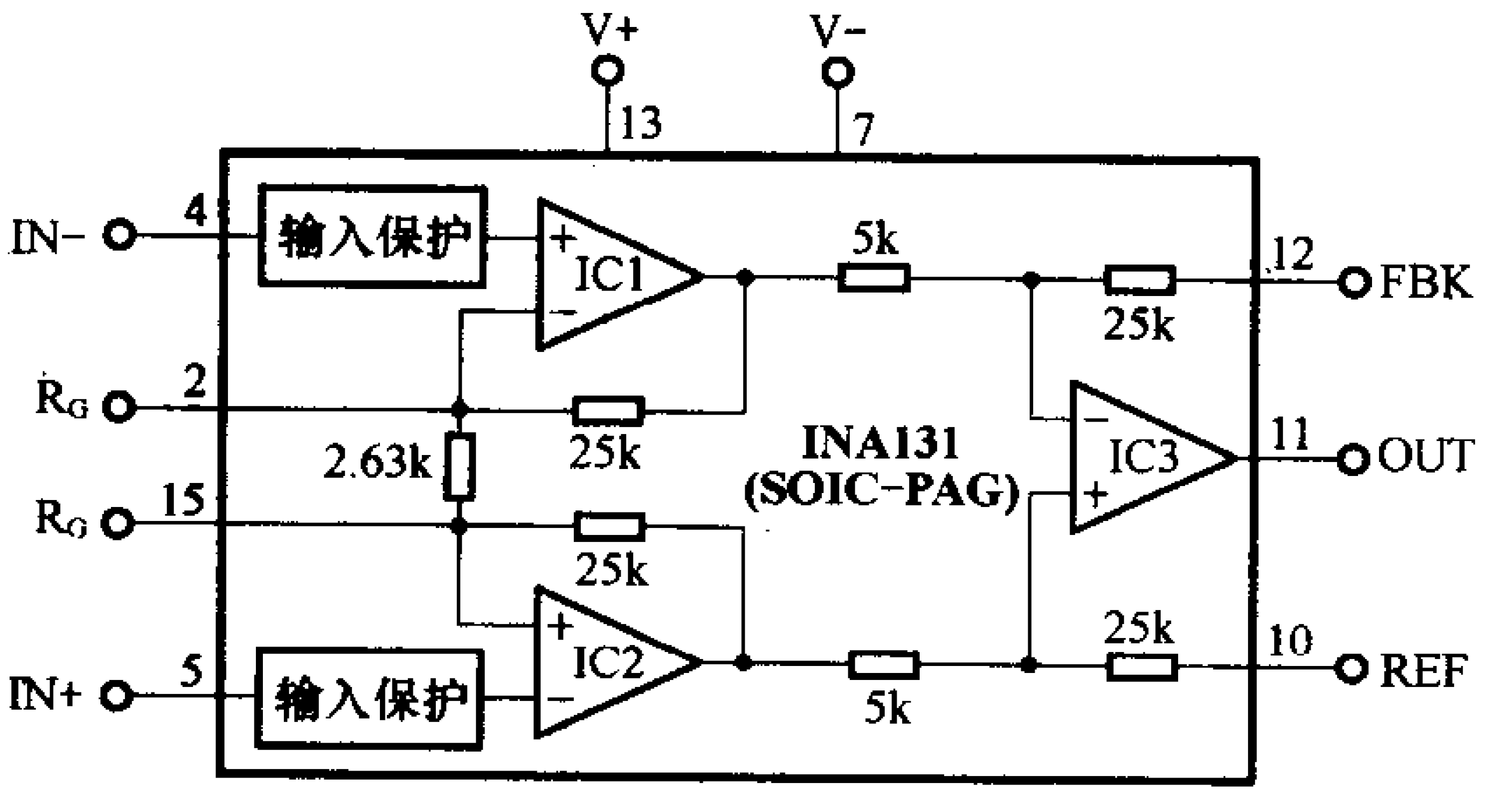
INA131 在高精度测量放大器中的接法如图 22 所示。图中输入信号来自电桥式传感器。这种接法对 50Hz 电源干扰以及高的共模干扰有极高的抑制能力。图中电路的放大倍数为 100,若需要更高的增益,可以在 1、8 脚之间接入增益电阻,电阻的大小由式(3-1)确定。为了保证测量精度,电桥必须采用较精密的电源供电(如干电池、精密基准电源等)。

四、AD522 高精度数据采集放大器

AD522 是一种高精度采集仪器放大器。它是低成本、小尺寸、高可靠性的仪器用精密放大器,它能在比较恶劣的工作条件下获得高精度的信号放大。由于高度的

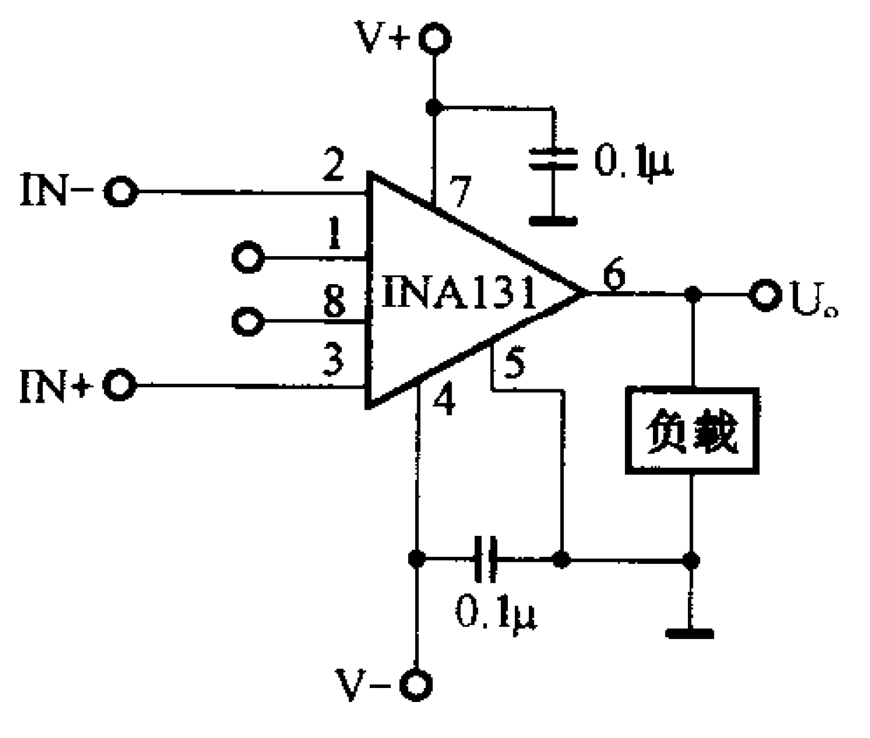


(a)

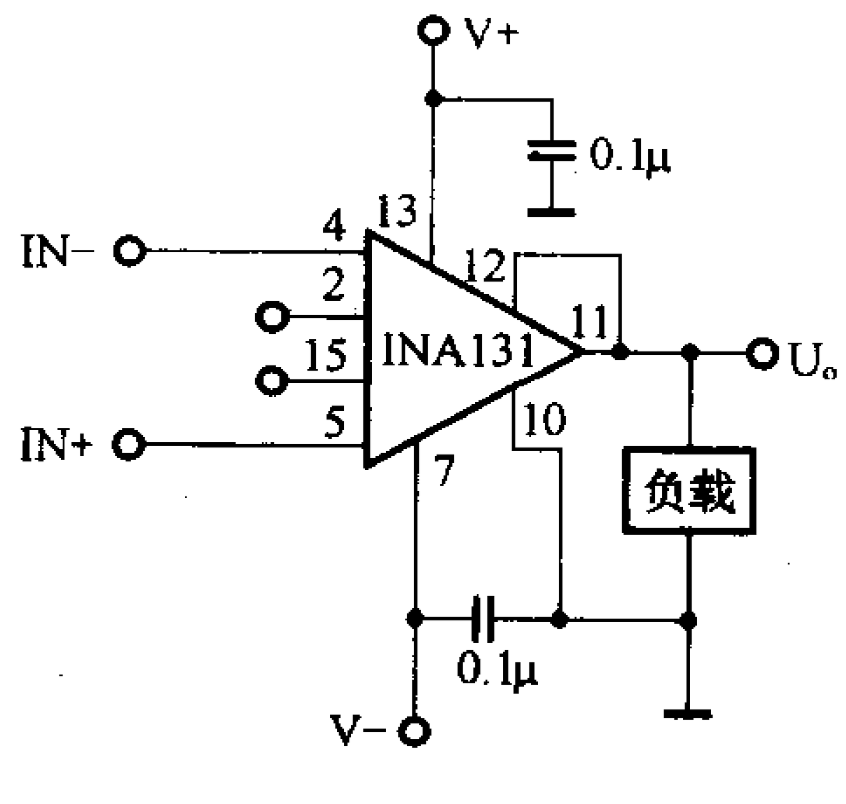


(b)

图 19

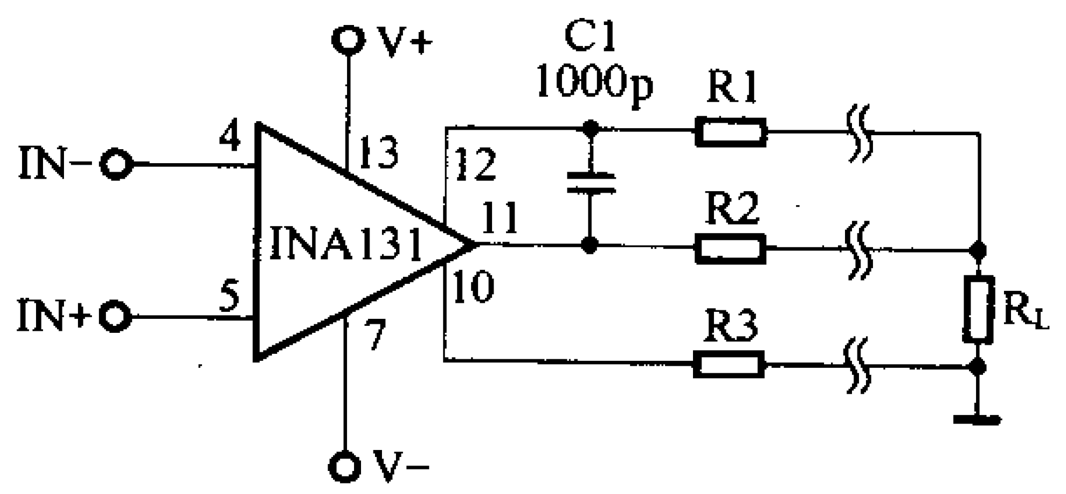


(a)

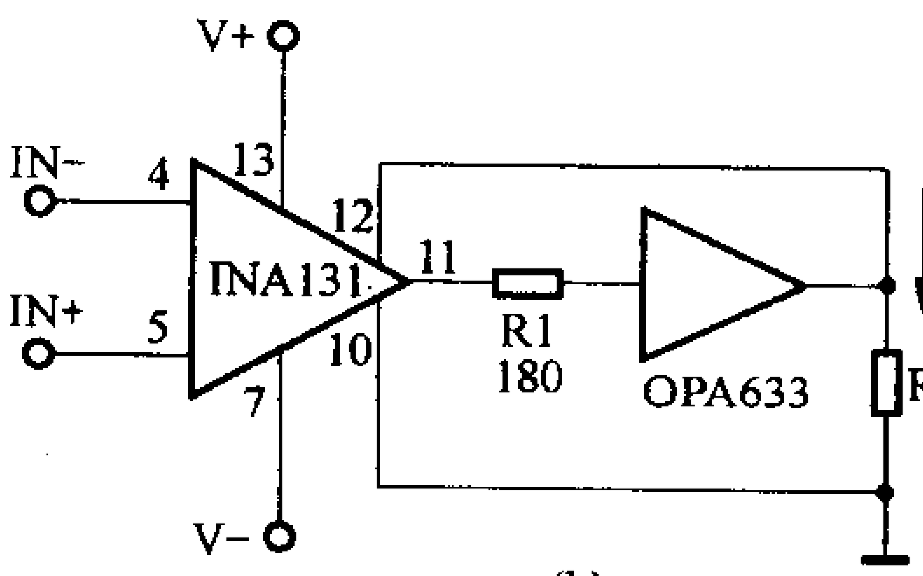


(b)

图 20



(a)



(b)

图 21

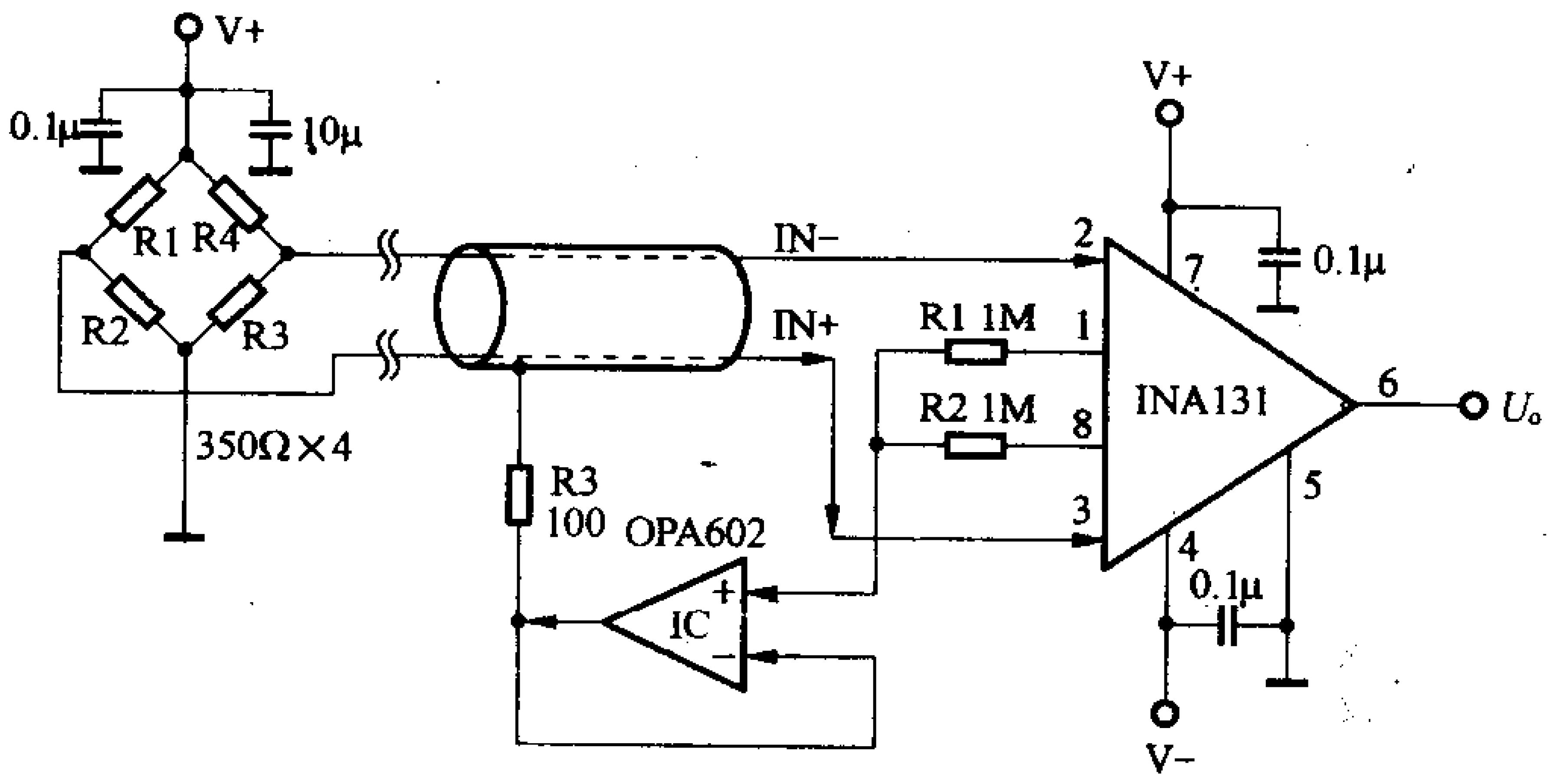


图 22

线性、高共模抑制比、低电压漂移和低噪声，使 AD522 可在许多领域里得到广泛的应用，尤其是在信噪比较低、温度波动范围较大及非平衡输入阻抗等条件下可以从容使用。如 12 位以上的数据采集系统、弱信号放大及医学信号的检测等。

AD522 在恶劣的工作条件下可提供高精度的信号放大，其输出信号失调电压小于 2.0μV/℃、全增益范围共模抑制比大于 80dB（增益为 1000 时，共模抑制比为 110dB）、最大增益非线性为 0.001%（增益为 1），典型输入阻抗为 $10^9\Omega$。

AD522 具有不同精度和工作温度范围的 A、B、S 三个系列，并都采用 14 脚 DIP 封装形式。其引脚排列见图 23 所示。

1. AD522 高精度放大器的性能特点与主要应用参数

（1）主要性能特点：低漂移，典型值为 5.0μV[AD522BD]；

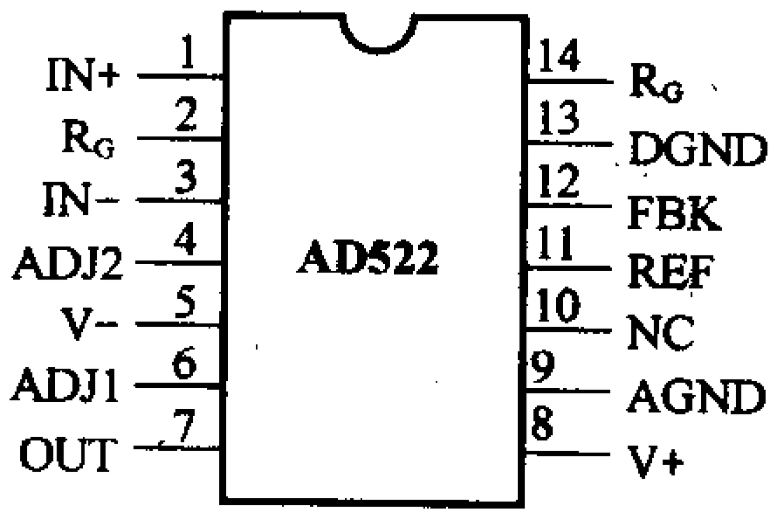


图 23

非线性失真小，正常情况下小于 0.005%（$G=100$）；共模抑制比高，一般不小于 110dB（$G=1000$）；低噪声，峰峰值不大于 1.5μV（0.1～100Hz）；低失调电压，典型值为 100μV（AD522BD）；应用时除了增益电阻外，无需外接其他元件；在接入数据保护端后，可改善共模抑制比；增益调整范围宽，可在 1～1000 内任选。

（2）AD522 电路主要应用电参数（见表 7）

表 7　　室温：$T_A=+25$℃，电源电压 $U_s=\pm15$V，负载电阻 $R_L=2\text{k}\Omega$

参数		条件	AD522AD			AD522BD			AD522SD			单位
			常规	典型	最大	常规	典型	最大	常规	典型	最大	
增益	范围		1		1000	*		*	*		*	
增益	温度系数	$G=1$		1	2		*	*		*	*	10^{-6}/℃
增益	温度系数	$G=1000$		25	50		*	*		*	*	10^{-6}/℃
增益	非线性	$G=1$			0.005			0.001			*	%
增益	非线性	$G=1000$			0.01			0.005			*	%
输出	额定电压 额定电流		±10 5			* *			* *			V mA
动态响应	小信号带宽 （−3dB）	$G=1$ $G=100$	300 3			* *			* *			kHz kHz
动态响应	全功率带宽		1.5			*			*			kHz
动态响应	压摆率		0.1			*			*			V/μs
失调	电压（初始值）	$G=1$		±200	±400		±100	±200		±100	±200	μV
失调	电压电源系数	$G=1$ $G=1000$	±20 1.0			* 0.5			* * *			μV/V
失调	电压温度系数	$G=1$ $G=1000$	±50 ±6	±10 ±10		±25 ±2	±5 ±5		±100 ±6	±10 ±10		μV/℃ μV/℃

续表 7

参数		条件	AD522AD			AD522BD			AD522SD			单位
			常规	典型	最大	常规	典型	最大	常规	典型	最大	
输入	偏置电流	初始值 +25℃			±25			*			*	nA
	失调电流				±20			*			*	nA
	差模阻抗		10^9			*			*			Ω
	共模阻抗		10^9			*			*			Ω
	电压线性 响应范围	差模 共模			±10 ±10			* *			* *	V V
	电压安全 响应范围	差模 共模			±20 ±15			* *			* *	V V
	共模抑制 U_s = ±10V R_s = 1kΩ	$G=1$ $G=100$ $G=1000$	75 100 100	90 110 120		80 100 110	100 120 >120		75 100 100	90 120 >120		dB dB dB
噪声	噪声电压(峰峰值)1Hz ~ 100Hz	$G=1$	15			*			*			μV
		$G=1000$	1.5			*			*			
电源	电压范围 静态电流	U_s = ±15V	±5 ~ ±18 ±10			±5 ~ ±18 ±8			±5 ~ ±18 * *	 ±2.7	 ±4	V mA
温度	规范范围		-25 ~ +18			-25 ~ +18			-55 ~ +125			℃
	工作范围		-55 ~ +125			-55 ~ +125			-55 ~ +125			

注:表中"*"号表示与 AD522AD 相同,"* *"号表示与 AD522BD 相同

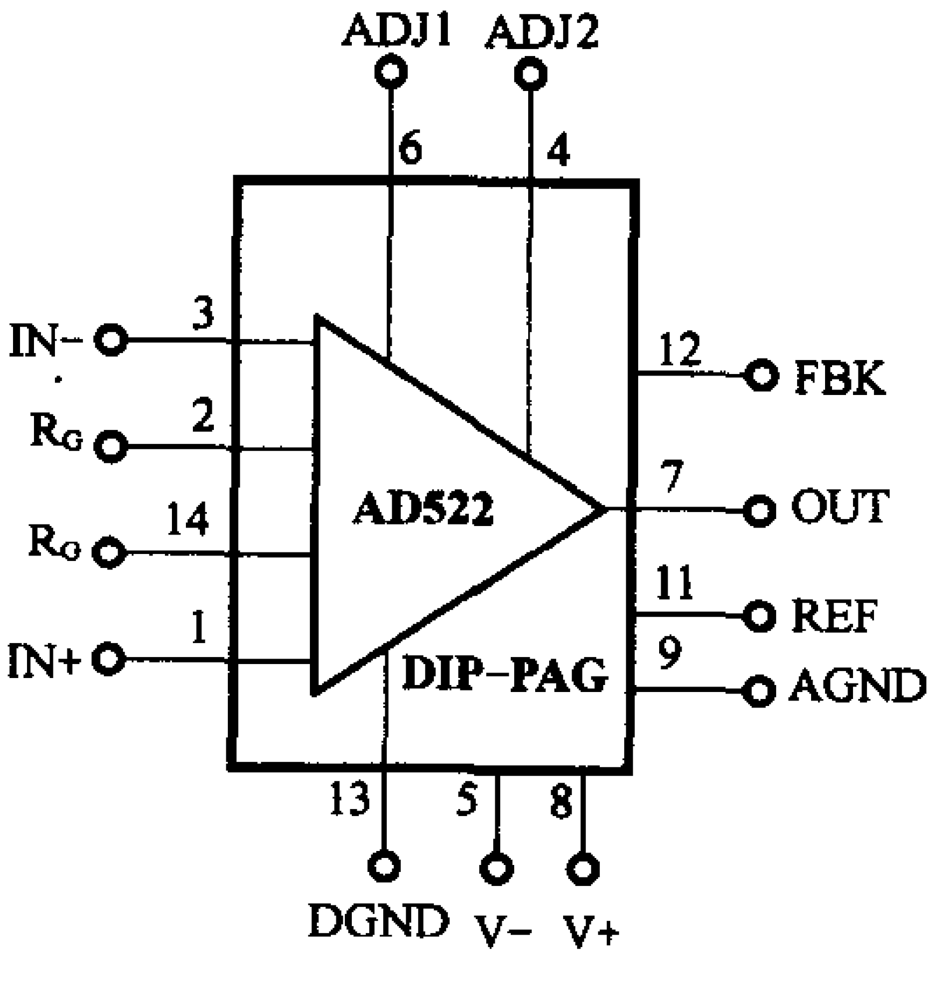
2. AD522 电路内部组成与应用基本接法

AD522 电路内部组成框图与应用基本接法见图 24(a)及图 24(b)所示。其内部结构除采用运放与电阻的组合外,关键是设计了数据的保护端(DGND)。有了这个引脚(13 脚)在设计微弱信号放大器或在恶劣环境下检测时就非常有用。另外还有反馈输出端、参考输出端及失调电压的调整端,这些为灵活设计各种要求的放大器提供了极大的方便。图中 RP 是用来调整失调电压的电位器,在一般应用情况下或用于测量交流信号时可以不用。一般应用只要选择合适的R_G,就可设计出较理想的放大器。基本放大器放大倍数的计算公式为

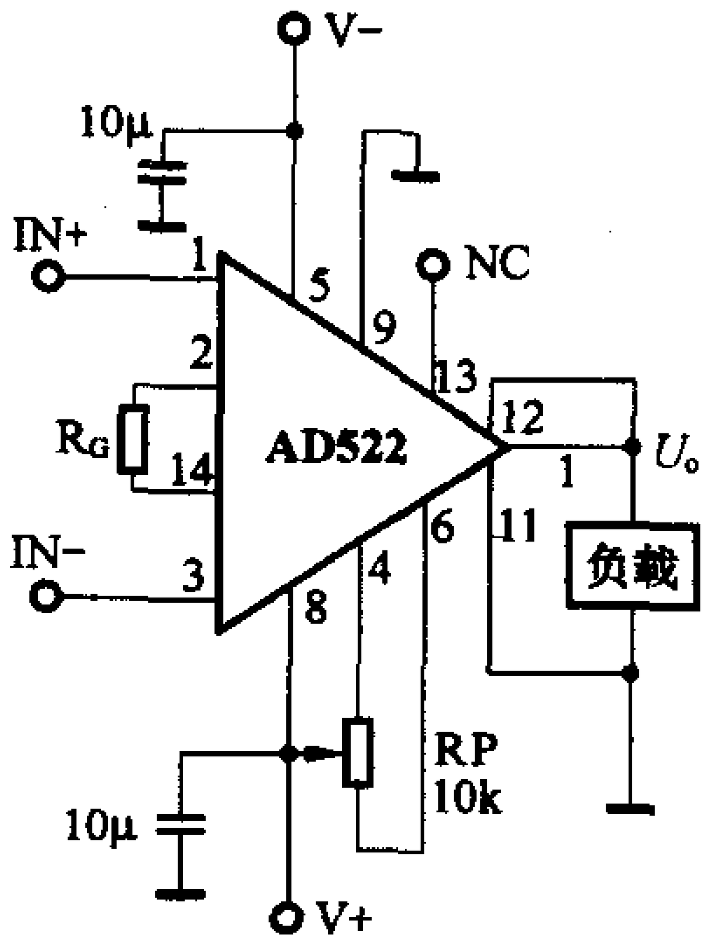
$$G = 1 + \frac{200k\Omega}{R_G} \qquad (4\text{-}1)$$

3. AD522 电路的典型应用

AD522 放大器由于具有优良的性能,特别适合于测量高噪声下的微弱信号。图 25 是典型的桥式放大器应用实例。数据保护端 13 脚分别接至外屏蔽与内屏蔽线上,且可以接大



(a)



(b)

图 24

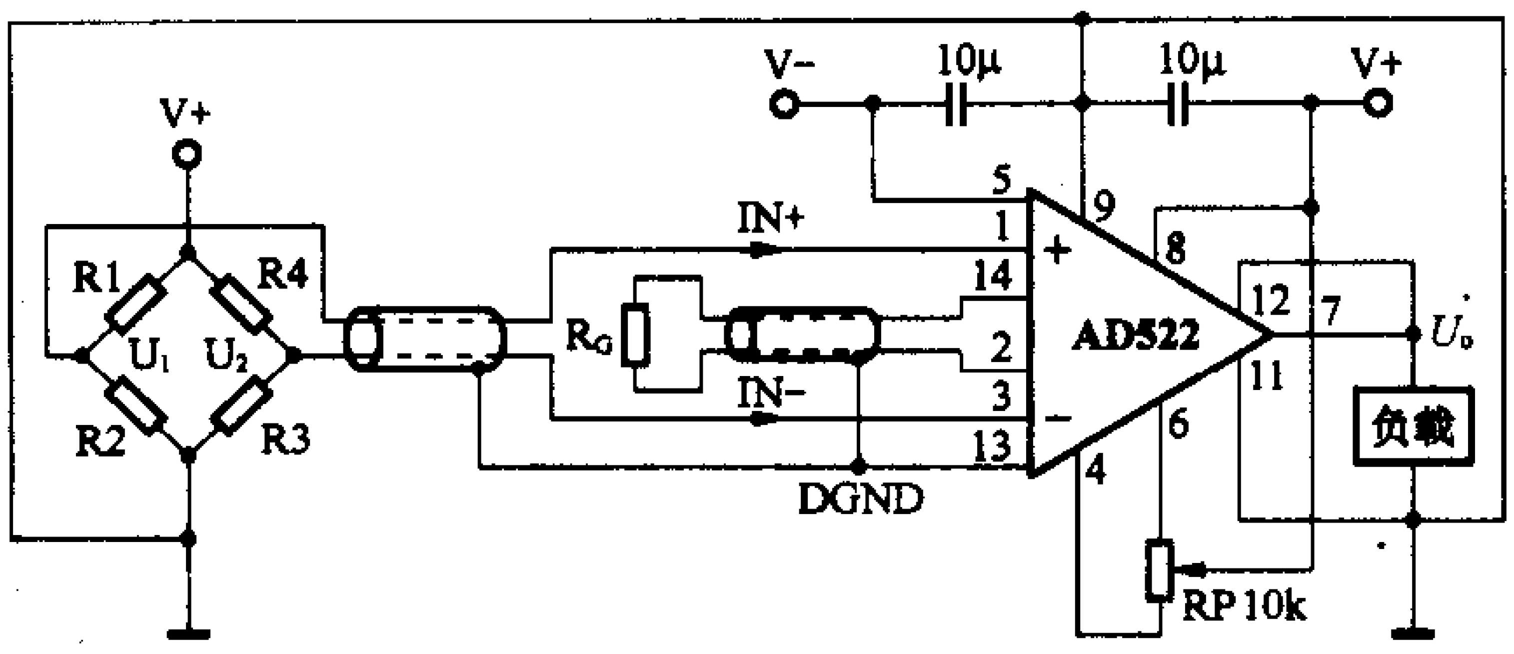


图25

地也可以浮地。但设计时不要与模拟地9脚相连。输出电压U_o的表达式为：$U_o = G \times \left[(U_1 - U_2) - \left(\frac{U_1 + U_2}{2} \times \frac{1}{CMR} \right) \right]$。式中：$G$为放大倍数；$U_1$、$U_2$为电桥输出信号电压；CMR为共模抑制比(不同的增益有不同的CMR，参见表7)。

在图25的应用电路中，由于电桥的一端与负载构成了共地，这就可以保证AD522的输入偏置电流。若在其他的应用中未将输入信号与负载共地，至少也应在输入信号端与地之间接入1MΩ的电阻，以确保正常的信号通路。

五、AD524高精度放大器

AD524是高精度单片式仪器放大器电路，它可以使用在恶劣的工作条件下需要获得高精度的数据采集系统中。它的输出失调电压漂移小于25μV/℃，输入失调电压漂移小于0.5μV/℃，在全增益范围内，共模抑制比高达120dB，最大非线性失真仅为0.003%。该器件不需任何外接元件就能实现1、10、100和1000倍的信号增益，而对于1～1000范围内的其他增益值，只需外接一只电阻即可实现。由于线性度好、共模抑制比高、低漂移和低噪声，使AD524在许多领域中得到了广泛应用。

AD524具有A、B、C、S等四种不同精度和温度范围的系列器件：其中A级为民品；B级为低漂移器件；C级为低漂移高度线性化器件，可用于工业品，温度范围为－25℃～＋85℃；S级温度范围可达到－55℃～＋125℃。它采用16脚DIP陶瓷封装结构和20脚的LCC封装结构，引脚排列见图26。

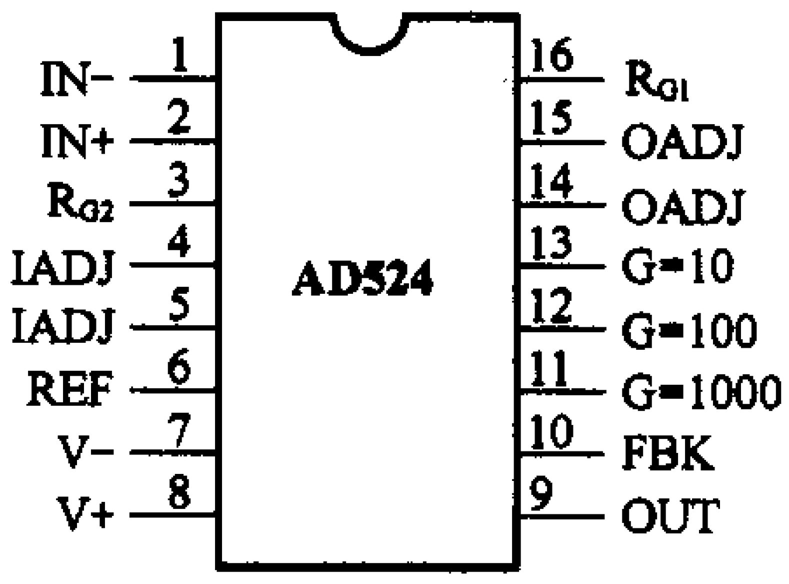


图26

1. AD524高精度放大器的性能特点和主要参数

（1）性能特点

低噪声；峰峰值不大于0.3μV(0.1～10Hz)；非线性失真小，正常状态下不大于0.003%（$G=1$）；共模抑制比高：一般不小于110dB（$G=1000$）；失调电压小，不大于50μV；失调电压漂移小，不大于0.5μV/℃；增益带宽为25MHz；引脚编程增益分别为1、10、100、1000；具有输入保护、失调电压调整等功能。

（2）AD524主要应用电参数(见表8)

表8　室温 $T_A = +25℃$，电源电压 $U_s = \pm 15V$，负载电阻 $R_L = 2k\Omega$

参数		条件													单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	范围		1		1000	1		1000	1		1000	1		1000	
增益	误差	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$			±0.05 ±0.25 ±0.5 ±2.0			±0.03 ±0.15 ±0.35 ±1.0			±0.02 ±0.1 ±0.25 ±0.5			±0.05 ±0.25 ±0.5 ±2.0	% % % %
增益	非线性	$G=1$ $G=10,100$ $G=1000$			±0.01 ±0.01 ±0.01			±0.005 ±0.005 ±0.01			±0.003 ±0.003 ±0.01			±0.01 ±0.01 ±0.01	% % %
增益	温度系数	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$			5 15 35 100			5 10 25 50			5 10 25 50			5 10 25 50	$10^{-6}/℃$ $10^{-6}/℃$ $10^{-6}/℃$ $10^{-6}/℃$
失调电压	输入 温度系数 输出 温度系数	(输入) (输出)			250 2 5 100			100 0.75 3 50			50 0.5 2 25			100 2 3 50	μV μV/℃ mA μV/℃
输入电流	偏置电流 温度系数 失调电流 温度系数	(偏置) (失调)		±100 ±100	±50 ±35		±100 ±100	±25 ±15		±100 ±100	±15 ±10		±100 ±100	±50 ±35	nA pA/℃ nA pA/℃

续表 8

参数		条件													单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
输入	阻抗	差模电阻 差模电容 共模电阻 共模电容		10^9 10 10^9 10			10^9 10 10^9 10			10^9 10 10^9 10			10^9 10 10^9 10		Ω pF Ω pF
输入	电压范围	(差模)			±10			±10			±10			±10	V
输入	共模抑制比(0~60Hz)(R_s=1kΩ 非平衡)	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$	70 90 100 110			75 95 105 115			80 100 110 120			70 90 100 110			dB dB dB dB
输出	额定输出电压	$R_L=2k\Omega$		±10			±10			±10			±10		V
噪声	电压(峰峰值) 电流(峰峰值)	$G=100$ $f_B=0.01Hz\sim10Hz$		0.3 60			0.3 60			0.3 60			0.3 60		μV pA
动态响应	小信号(−3dB)	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$		1 400 150 25			1 400 150 25			1 400 150 25			1 400 150 25		MHz kHz kHz kHz
动态响应	压摆率			5.0			5.0			5.0			5.0		V/μs
电源	电压范围		±6	±15	±18	±6	±15	±18	±6	±15	±18	±6	±15	±18	V
电源	静态电流			3.5	5.0		3.5	5.0		3.5	5.0		3.5	5.0	mA
温度	规范范围		−25		±85	−25		±85	−25		±85	−25		+125	℃
温度	工作范围		−65		+150	−65		±150	−65		+150	−65		+150	℃

2. AD524 电路内部结构与基本接法

图 27(a)是 AD524 电路内部结构图。电路中有基本的精密增益电阻、输入保护电路、三运放偏置电阻及精密运算放大器。图 27(b)是 AD524 电路的基本接法。增益选择端 ×10、×100、×1000 分别表示放大倍数为 10、100、1000，当 R_{G2} 选择端与其一相连时，就可设置成所需要的增益值。例如将 R_{G2} 与 ×1000 相连时，其增益值就是 1000。当要设置任意增值时，只需要在 R_{G1} 与 R_{G2} 之间接入一只增益电阻 R_G 即可。若需要调节失调电压，可在 4、5 脚之间接入 10kΩ 电位器，电位器的中心头接至正电源。R_G 与增益的关系由下式确定

$$G = 1 + \frac{40k\Omega}{R_G} \qquad (5\text{-}1)$$

3. AD524 放大器的典型应用

AD524 是高精度放大器，所以多用于微弱信号的检测仪器中。为此应采取行之有效的屏蔽驱动措施，以便提高共模抑制比。图 28(a)为增益等于 100 并通过 IC1 与 R1 的驱动网络对正负输入信号进行同时屏蔽驱动。图 28(b)是另一种驱动电路，它采用正负输入(差分输入)分别驱动的办法来改善共模抑制能力。以上两种电路使得整个放大电路共模抑制比大于 100dB。

由于 AD524 具有 FBK 及 REF 输出端，所以可以利用其设计 AD524 的输出增益。图 29 就是这种设计时的接法。输入端 R_{G2}(3 脚)与 X1000 端(11 脚)相连；[见图 27(b)]，构成的基本增益为 1000。输出端分别与 R_1、R_2 及 R_3 相连，构成输出增益。输出增益可由下式确定

$$G_0 = \frac{(R_2 /\!/ 40k\Omega) + R_1 + R_3}{(R_2 /\!/ 40k\Omega)}$$

因此总增益就等于基本增益与输出增益的乘积。按图中参数，$G_0=2$，基本增益 $G=1000$，此时总增益为 2000。

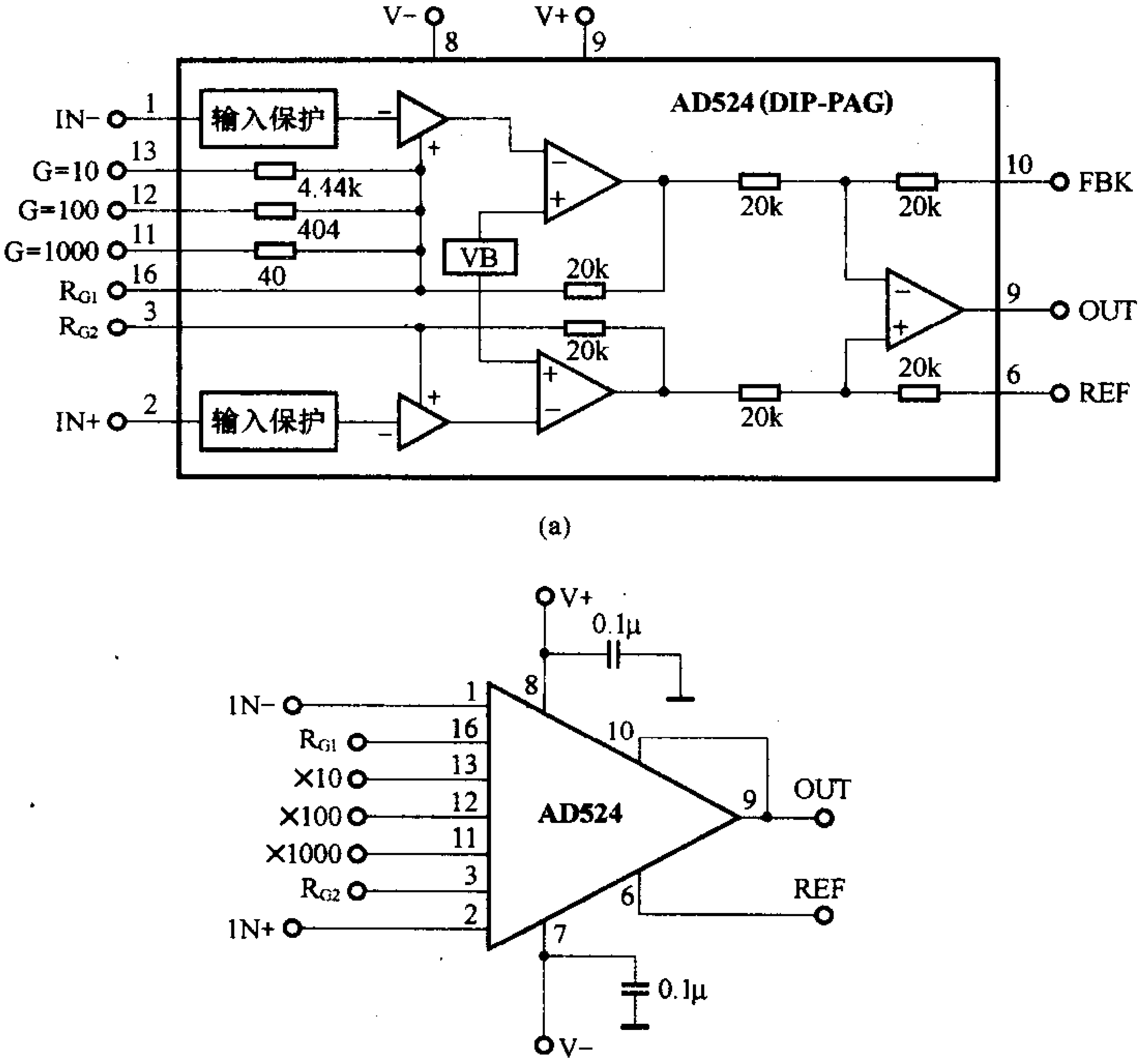
图 30 是由 AD524 构成的从电压到电流的典型转换电路。这种电路主要是利用参考输入端 REF 将运放 IC1 所得到的负载电压进行反馈运算，从而实现电压到电流的转换。转换电流 I 可由下式表示

$$I = \frac{U_X}{R_1} = \frac{U_i}{R_1}G$$

其中，U_X 为 R_1 上的电压；U_i 为放大器的输入电压，G 为放大器的增益(图中 $G=10$)。

图 31 是 AD524 在称重系统电路中实用的放大电路

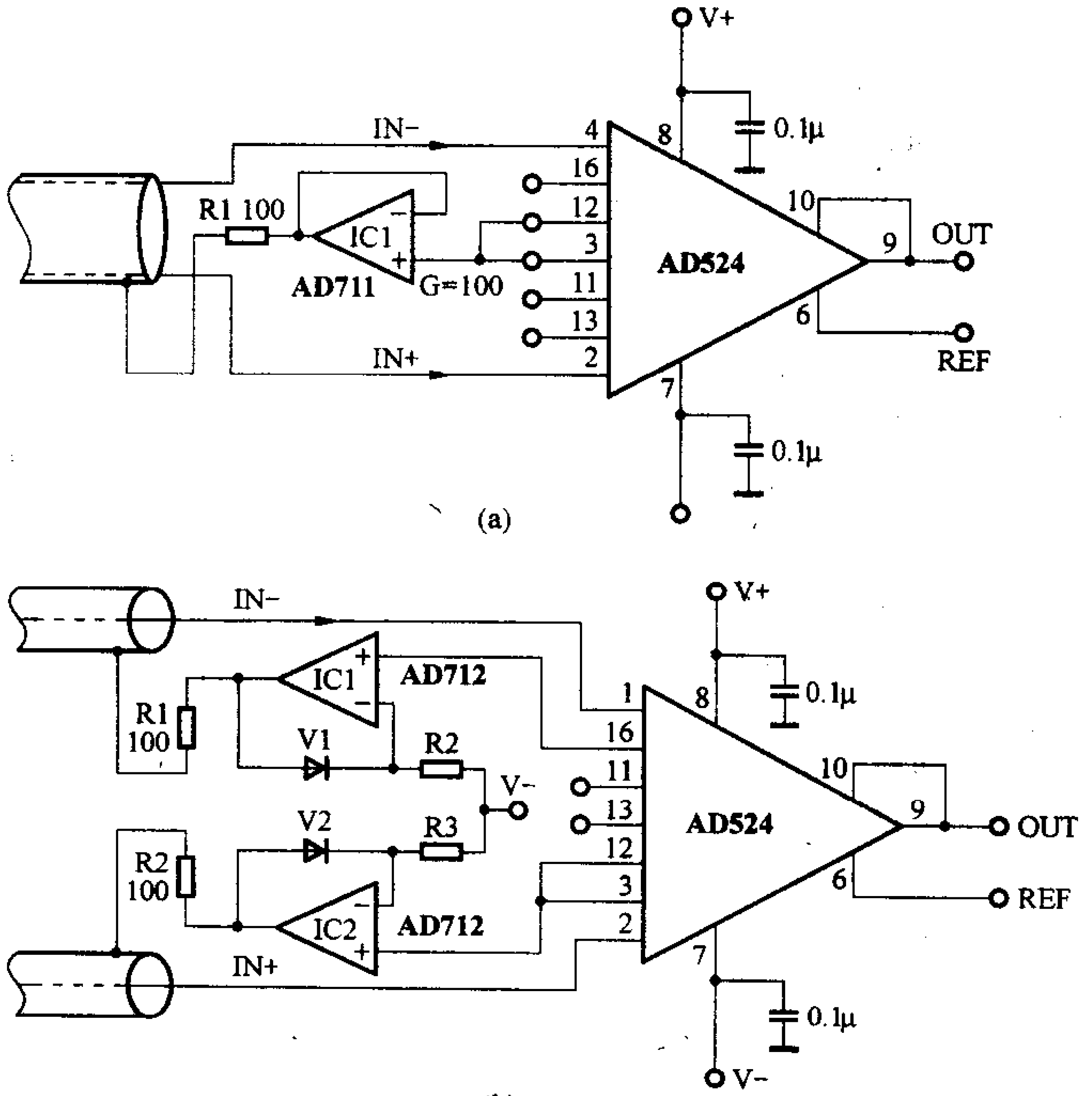
接法。输入信号是典型的桥式传感器信号，信号线采用屏蔽方式，放大倍数为 100。输出端可直接与 14 位 A/D 转换器相连。这种应用中最好通过 R_p 进行失调电压的调整。传感器的供桥电压应采用高精度的基准电源。



(a)

(b)

图 27



(a)

(b)

图 28

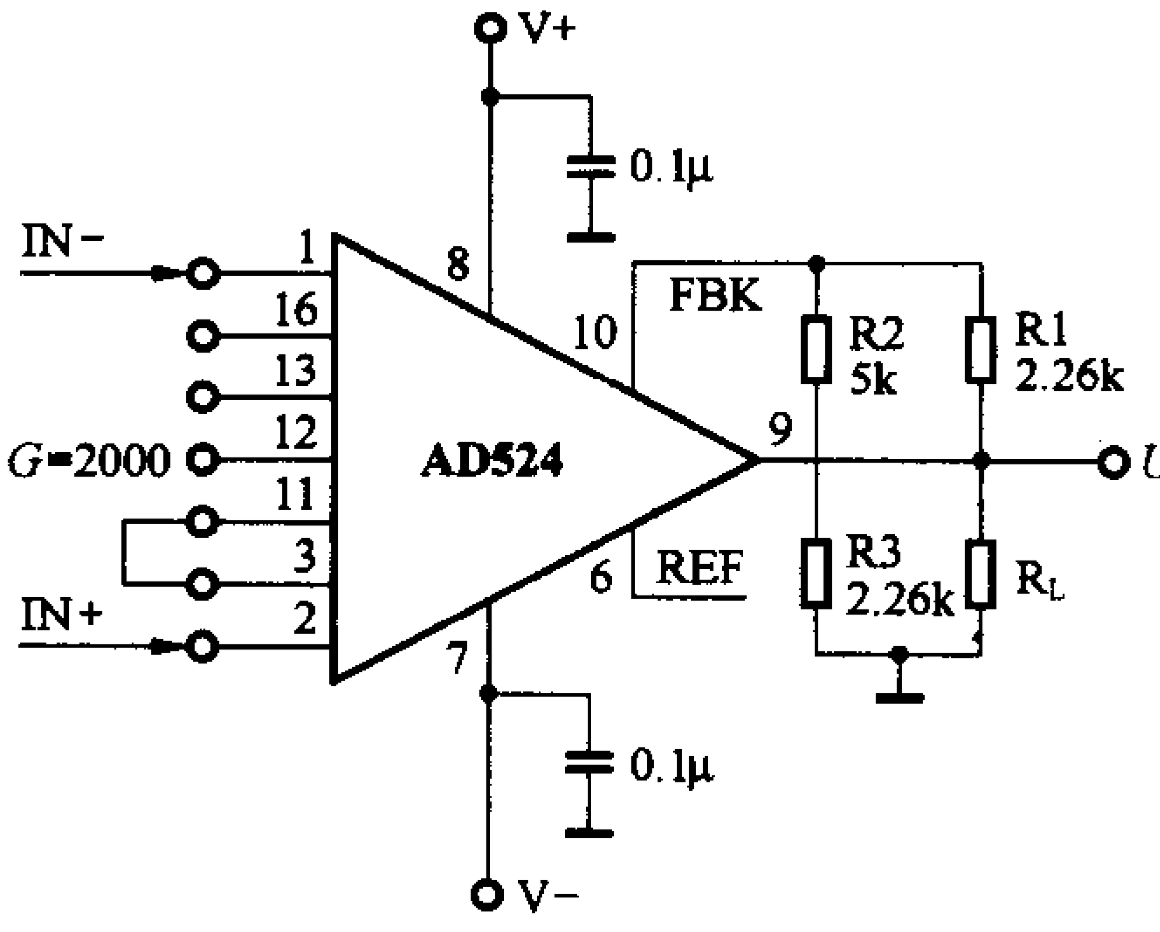


图 29

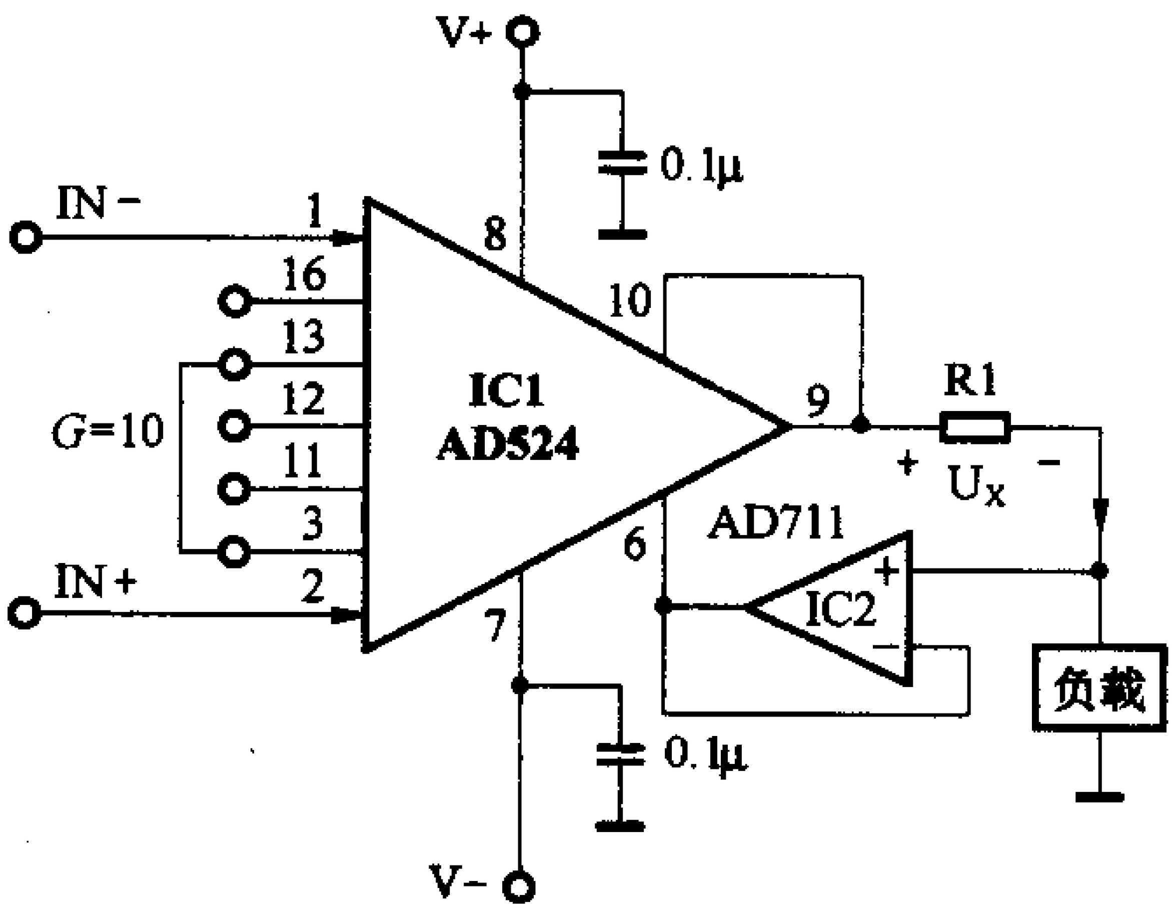


图 30

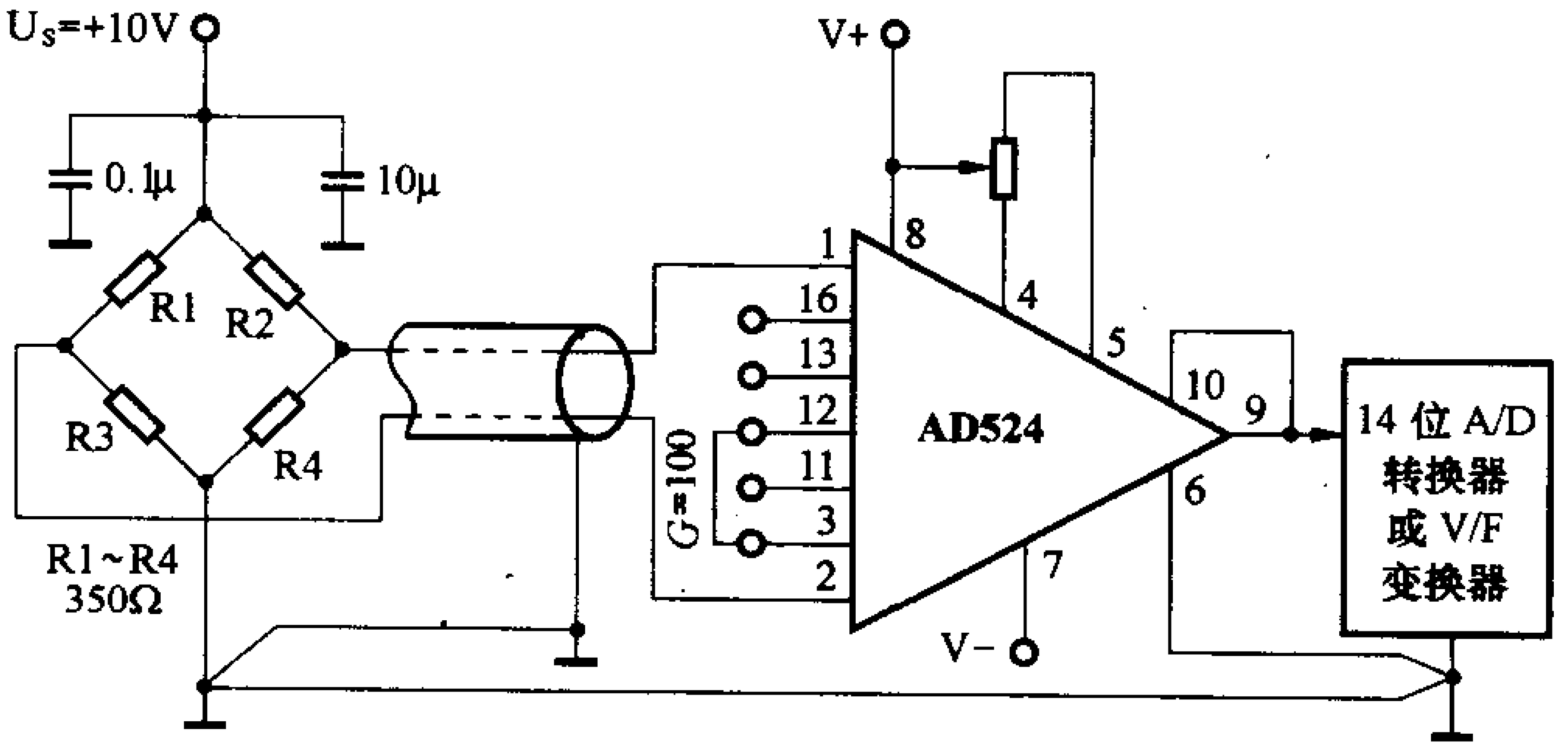


图 31

六、AD624 高精度仪器放大器

AD624 是高精度、低噪声仪器用放大器，它适用于传感器输出信号较小的放大系统中，如光电池传感器、应变片传感器以及压力传感器等。由于它具有低噪声、高精度增益、增益温度系数小和高线性度等优良性能，在高分辨率的数据采集系统中使用 AD624 放大器是非常理想的。它的输入失调电压小于 25μV，输入失调电压漂移小于 0.25μV/℃，最小共模抑制比高达 130dB，最大非线性失真仅为 0.001%。该器件在应用时不需任何外接元件就能实现 1、10、100 和 1000 倍的信号增益，而对于 1～1000 范围内的其他增益值，只需组合连接不同的引脚，即可获得所需要的增益值。若外接一只电阻，可得到 1～10000 之间的任何增益值，且其误差小于 1%。由于 AD624 的建立时间只有 15μs，所以它也非常适宜在高速数据采集系统中使用。

AD624 具有 A、B、C、S 四种不同精度和温度范围的系列器件，A、B 和 C 级温度范围为 −25℃～+85℃，S 级温度范围达 −55℃～+125℃。它采用 16 脚 DIP 陶瓷封装结构。其引脚排列见图 32。

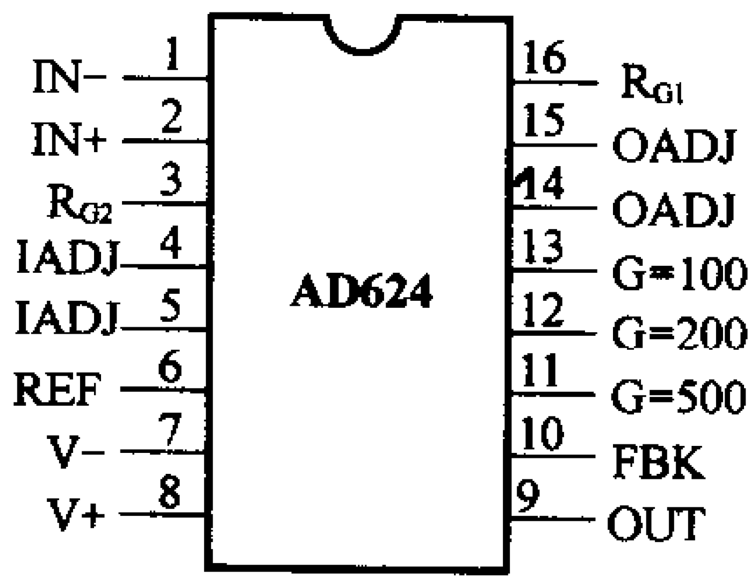


图 32

1. AD624 高精度放大器性能特点与主要参数

低噪声，峰峰值不大于 0.3μV(0.1Hz～10Hz)；温度系数小，其最大值为 5×10^{-6}/℃($G=1$)；非线性小，最大为 0.001%($G=1\sim200$)；共模抑制比高，不小于 130dB($G=500\sim1000$)；输入失调电压低，正常情况下不大于 25μV；输入失调电压漂移小，最大一般为 0.25μV/℃；增益带宽为 25MHz；具有固定的五挡增益编程引脚，即 1、100、200、500、1000。AD624 的主要参数见表 9。

2. AD624 放大器内部电路构成及基本接法

图 33(a)是 AD624 放大器内部电路结构图。它主要由激光修正的精密增益电阻、输入保护电阻、三个运放器等组成，具有固定增益选择端，失调电压调整端，反馈、参考引出端等。这些都为灵活设计各种精密放大器提供了方便。图 33(b)是 AD624 应用基本接法。固定增益的选择是靠 3 脚 R_{G2} 与 13、12、11 各脚相连实现的。例如将 3 脚与 11 脚相连，放大倍数为 500，等等。任意增益的设定是靠 16 脚 R_{G1} 与 3 脚 R_{G2} 之间接一只增益电阻来实现的，如图 33(c)所示，图中参数 $G=20$。失调电压的调整与 AD524 相同。外接电阻 R_G 与增益 G 的关系可参照式(5-1)确定。

表 9　　　　室温 T_A = +25℃，电源电压 U_S = ±15V，负载电阻 R_L = 2kΩ

参数		条件	AD624A			AD624B			AD624C			AD624S			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	范围		1		1000	1		1000	1		1000	1		1000	
增益	误差	$G=1$ $G=100$ $G=200,500$ $G=1000$			±0.05 ±0.25 ±0.5 ±1.0			±0.03 ±0.15 ±0.35 ±1.0			±0.02 ±0.1 ±0.25 ±1.0			±0.05 ±0.25 ±0.5 ±1.0	% % % %
增益	非线性	$G=1$ $G=100,200$ $G=500,1000$			±0.005 ±0.005 ±0.005			±0.003 ±0.003 ±0.005			±0.001 ±0.001 ±0.005			±0.005 ±0.005 ±0.005	% % %
增益	温度系数	$G=1$ $G=100,200$ $G=500,1000$			5 10 25			5 10 15			5 10 15			5 10 15	10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃
失调电压	输入 温度系数 输出 温度系数	 （输入） （输出）			200 2 5 50			75 0.5 3 25			25 0.25 2 10			75 2 3 50	μV μV/℃ mV μV/℃
输入电流	偏置电流 温度系数 失调电流 温度系数	 （偏置） （失调）		 ±50 ±20	±50 ±35 		 ±50 ±20	±25 ±15 		 ±50 ±20	±15 ±10 		 ±50 ±20	±50 ±35 	nA pA/℃ nA pA/℃
输入	阻抗	差模电阻 差模电容 共模电阻 共模电容		10^9 10 10^9 10			10^9 10 10^9 10			10^9 10 10^9 10			10^9 10 10^9 10		Ω pF Ω pF
输入	电压范围	最大差模			±10			±10			±10			±10	V
输入	共模抑制比[0～60Hz R_S = 1kΩ 非平衡]	$G=1$ $G=100,200$ $G=500$ $G=1000$	70 100 110 110			75 105 120 120			80 110 130 130			70 100 110 110			dB dB dB dB
输出	额定输出电压	R_L = 2kΩ		±10			10			10			10		V
噪声	电压(峰峰值) 电流(峰峰值)	$G=100$ f_B = 0.1～10Hz		0.3 60			0.3 60			0.3 60			0,3 60		μV pA
动态响应	小信号 （-3dB）	$G=1$ $G=100$ $G=200$ $G=500$ $G=1000$		1 150 100 50 25			1 150 100 50 25			1 150 100 50 25			1 150 100 50 25		MHz kHz kHz kHz kHz
动态响应	压摆率			5.0			5.0			5.0			5.0		V/μs
电源	电压范围 静态电流		±6	±15 3.5	±18 5.0	±6	±15 3.5	±18 5.0	±6	±15 3.5	±18 5.0	±6	±15 3.5	±18 5.0	V mA
温度	规范范围 工作范围		-25 -65		+85 +150	-25 -65		±85 +150	-25 -65		+85 +150	-55 +65		+125 +150	℃

AD624 除了给定 100、200 及 500 的固定增益外，还可将 3 脚 R_{G2} 与其他引脚相连得到不同的固定增益值。表 10 列出了这种关系及温度漂移情况。

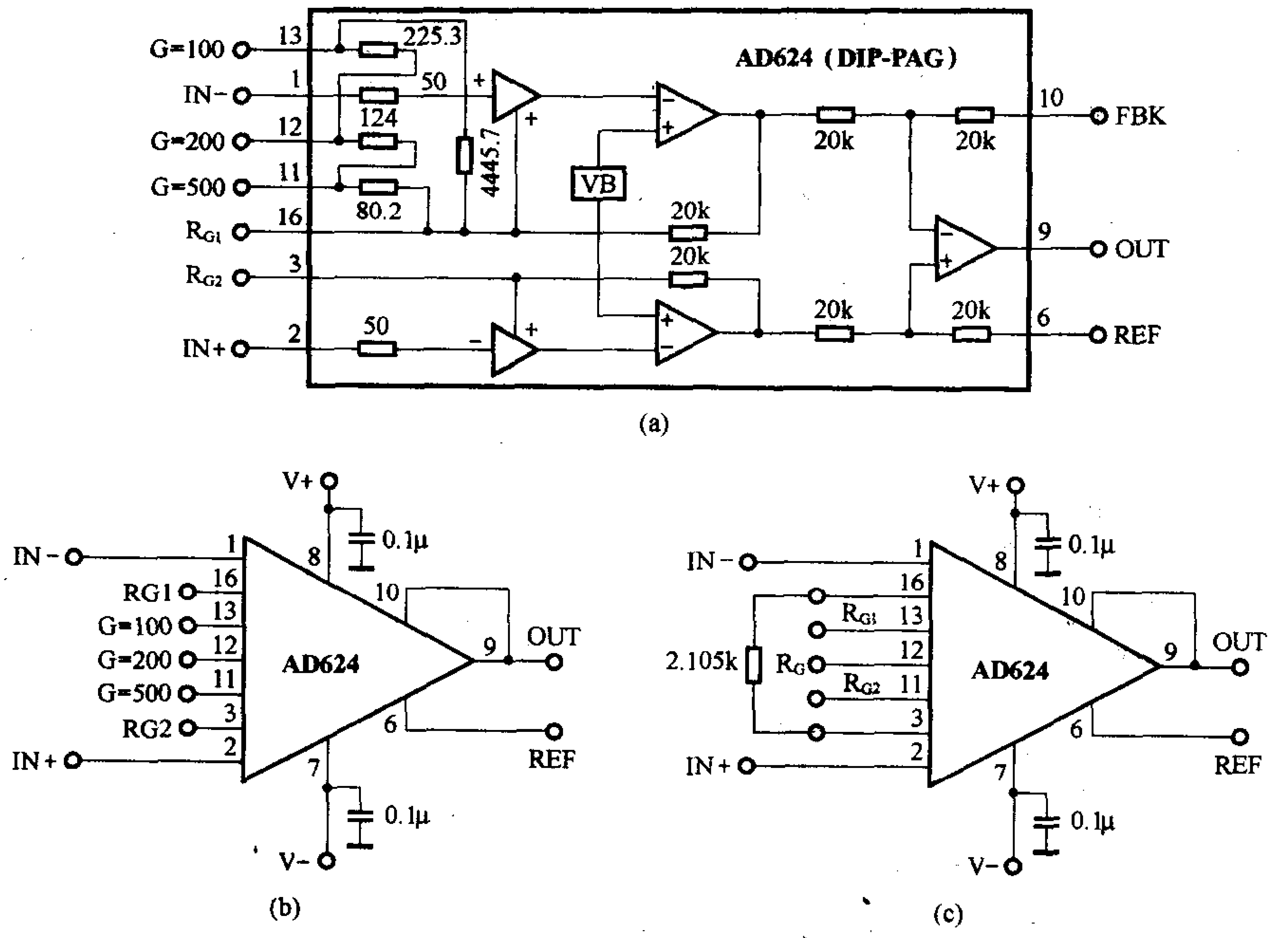


图 33

表 10

增益	温度系数 (10^{-6}/℃)	3 脚连接	其他脚的连接
1	-0	不接	不接
100	-1.5	13	不接
125	-5	13	11 接 6
137	-5.5	13	11 接 12
186.5	-6.5	13	11 接 12 接 16
200	-3.5	12	不接
250	-5.5	12	11 接 13
333	-15	12	11 接 16
375	-0.5	12	13 接 16
500	-10	11	不接
624	-5	11	13 接 16
688	-1.5	11	11 接 12,13 接 16
831	+4	11	16 接 12
1000	0	11	16 接 12,13 接 11

3. AD624 典型应用

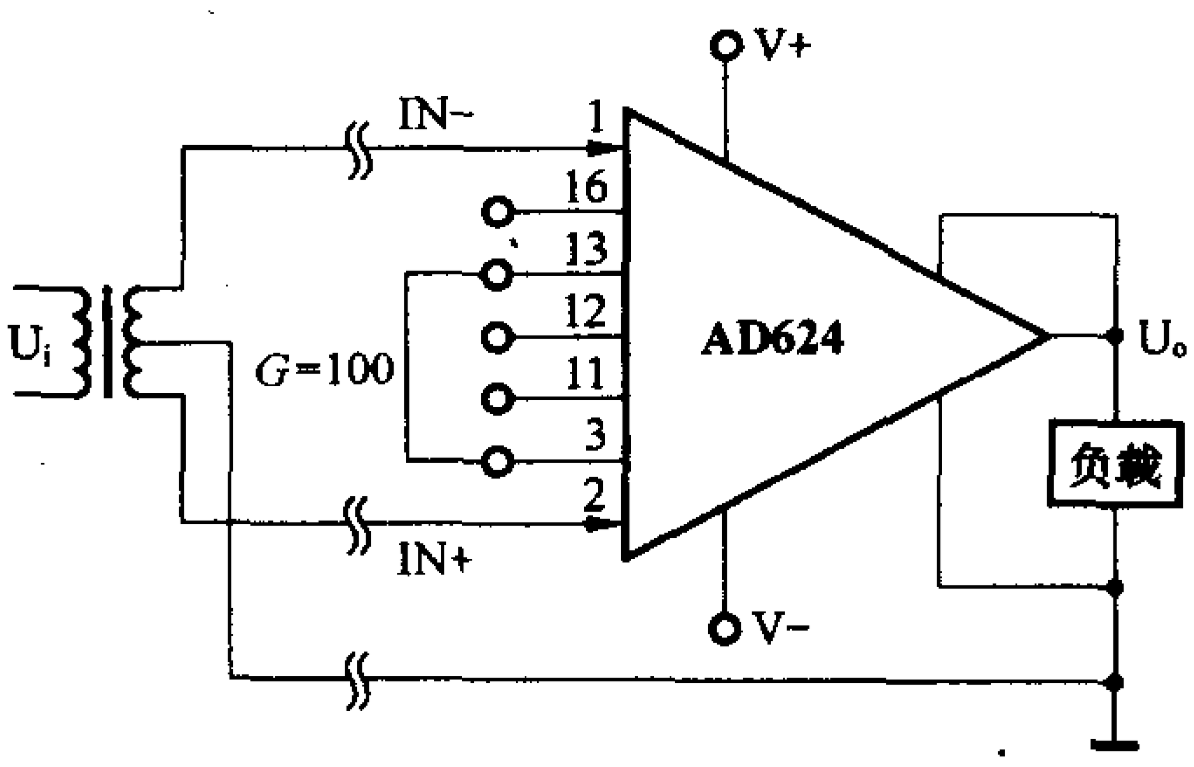
DA624 放大器的应用与 AD524 基本相同,所述电路原则上可以互换。为了更清楚地了解 AD624 的耦合方式,图 34 给出了几种常用的典型应用电路。其中图 34(a)为输入采用变压器耦合的方式和接法。变压器次级中心抽头应和负载共地。放大倍数 $G=100$,若信号过大时可以选择其他低的增益。图 34(b)为热电偶测温传感器与 AD624 的连接。由图可见,该电路是典型的单端输入接法。图 34(c)为交流输入的耦合方式。C_1、C_2,R_1 和 R_2 是常用的 RC 高通滤波电路。其大小要根据输入信号的频率而定。通常不应省去 RC 元件。

图 35 是由 AD624 构成的高精度压力测量电路。传感器是标准的电阻应变式电桥传感器。供桥电压采用 +9.00V,电位器 RP2 与 RP1 是用来调零的。其中 RP1 为粗调,RP2 为细调。放大器的输入线采用屏蔽线,且屏蔽层应接到传感器的地线上。放大器的输出可以直接与高精度的 A/D 转换器(如 $4\frac{1}{2}$位、$5\frac{1}{2}$位双积分 A/D 转换器)连接。图中放大器的倍数为 500,通过一片 AD624 就可以完成压力信号的放大。

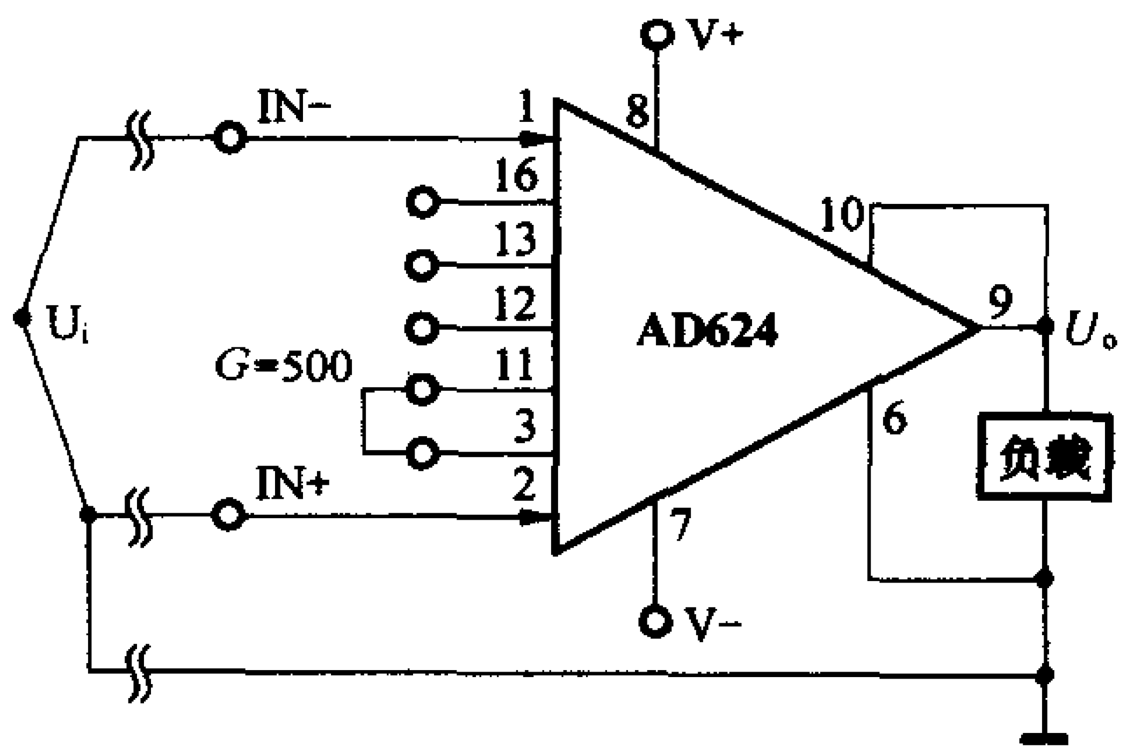
七、AD625 高精度仪器放大器

AD625 是经特殊设计的低成本精密仪器用放大器,它主要应用于两个领域:(1)不需要标准增益的电路(它不像 AD524/624 具有固定的标准增益);(2)要求成本低但又不要求放大器能进行精密软件编程增益的电路。

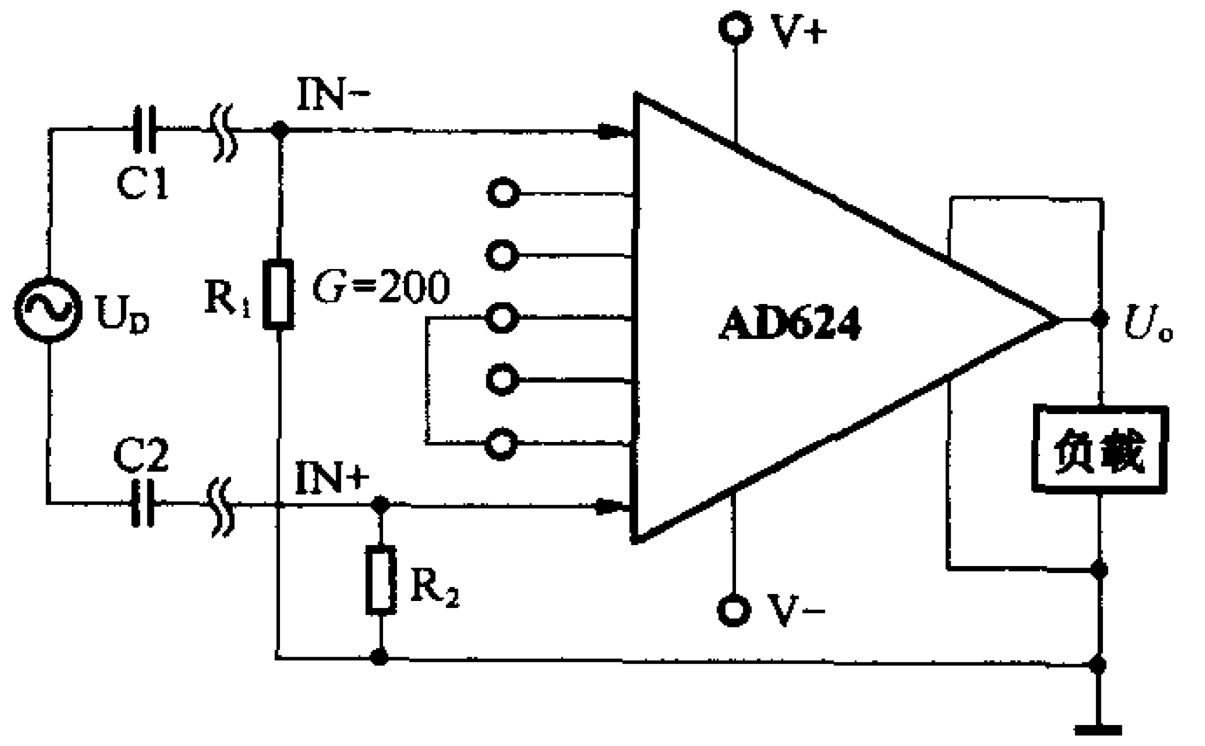
使用时,用户通过三个外加电阻,可在 1~1000 倍的范围内任意调整信号的增益值。在 5×10^{-6}/℃ 的增益温度系数的条件下,增益误差小于 0.05%。器件的性能主要取决于外加电阻。共模抑制比则主要取决于所配接的反馈电阻。



(a)



(b)



(c)

图 34

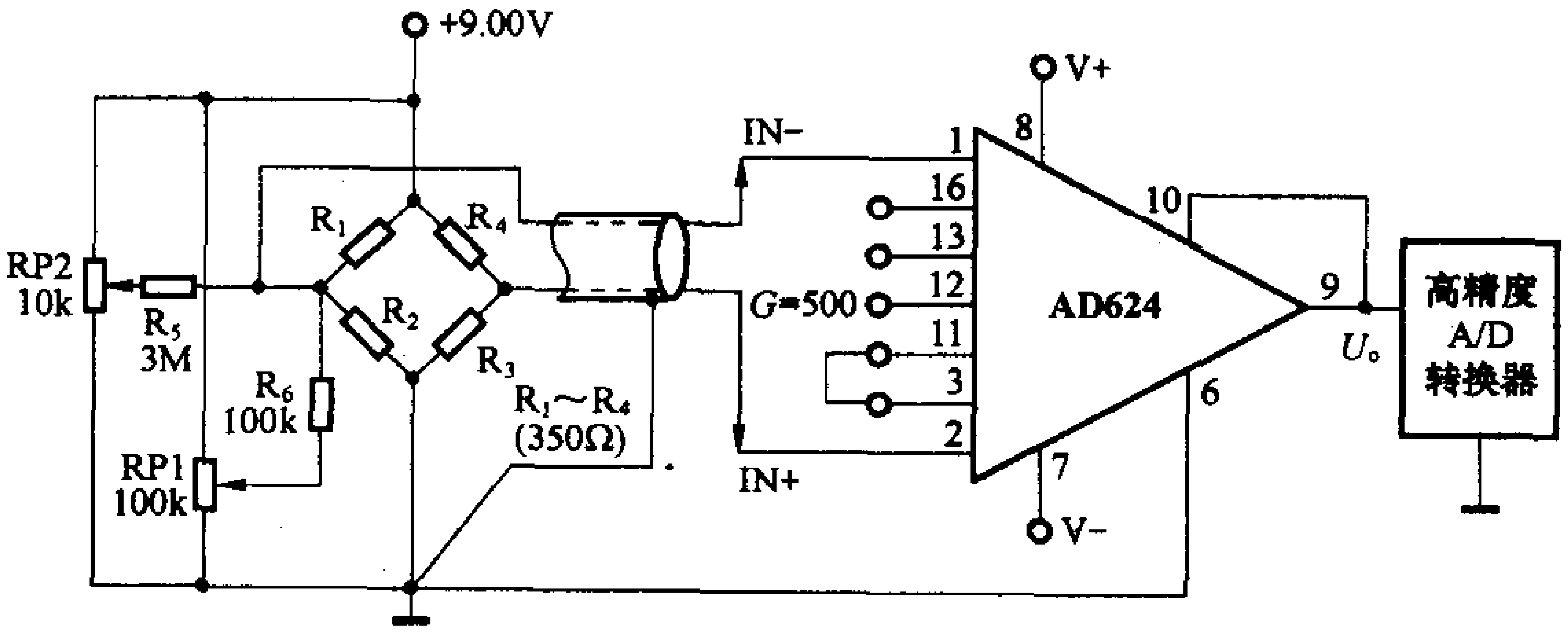


图 35

AD625 通过配加 CMOS 多路模拟开关和增益电阻可用软件进行增益编程，且在 1～1000 位的增益范围内完全由用户自己选择任意增益值。

AD625C 精度最高，其最小输入失调电压漂移小于 0.25μV/℃，最大输出失调电压漂移小于 0.25μV/℃，最大输出失调电压漂移小于 1.5μV/℃，最大非线性为 0.001%。AD625 系列的所有器件都显示出优良的交流特性：增益带宽为 25MHz，压摆率为 5V/μs，建立时间为 15μs 等等。

AD625A/B/C 三个精度级别的器件均属于工业品，温度范围为 -25℃～+85℃；AD625J/K 为民用品，温度范围为 0℃～+70℃；AD625S 的温度范围为 -55℃～+125℃。其中 AD625JN 的成本最低。AD625 系列放大器外型采用 16 脚 DIP 封装及 20 脚 LCC 封装。其引脚排列见图 36。

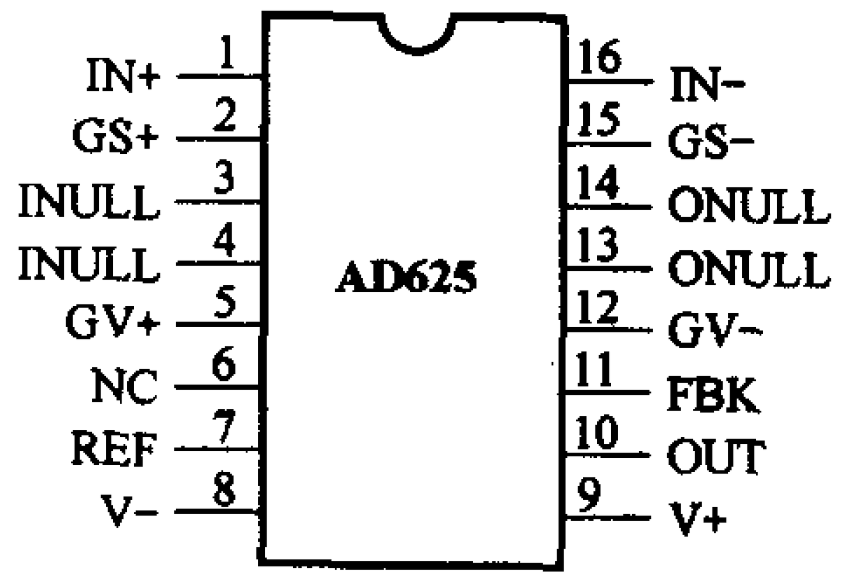


图 36

1. AD625 放大器的性能特点与主要参数

AD625 用户设计增益为 1～1000；低增益误差最大为 0.02%；低增益温度系数最大为 5×10^{-6}/℃；低非线性，最大为 0.001%；失调电压不大于 25μV；增益带宽为 25MHz；该 AD625 成本低，电路设计灵活性强。AD625 的主要参数见表 11。

表 11　室温 $T_A = +25℃$，电源电压 $U_S = \pm15V$，负载电阻 $R_L = 2k\Omega$

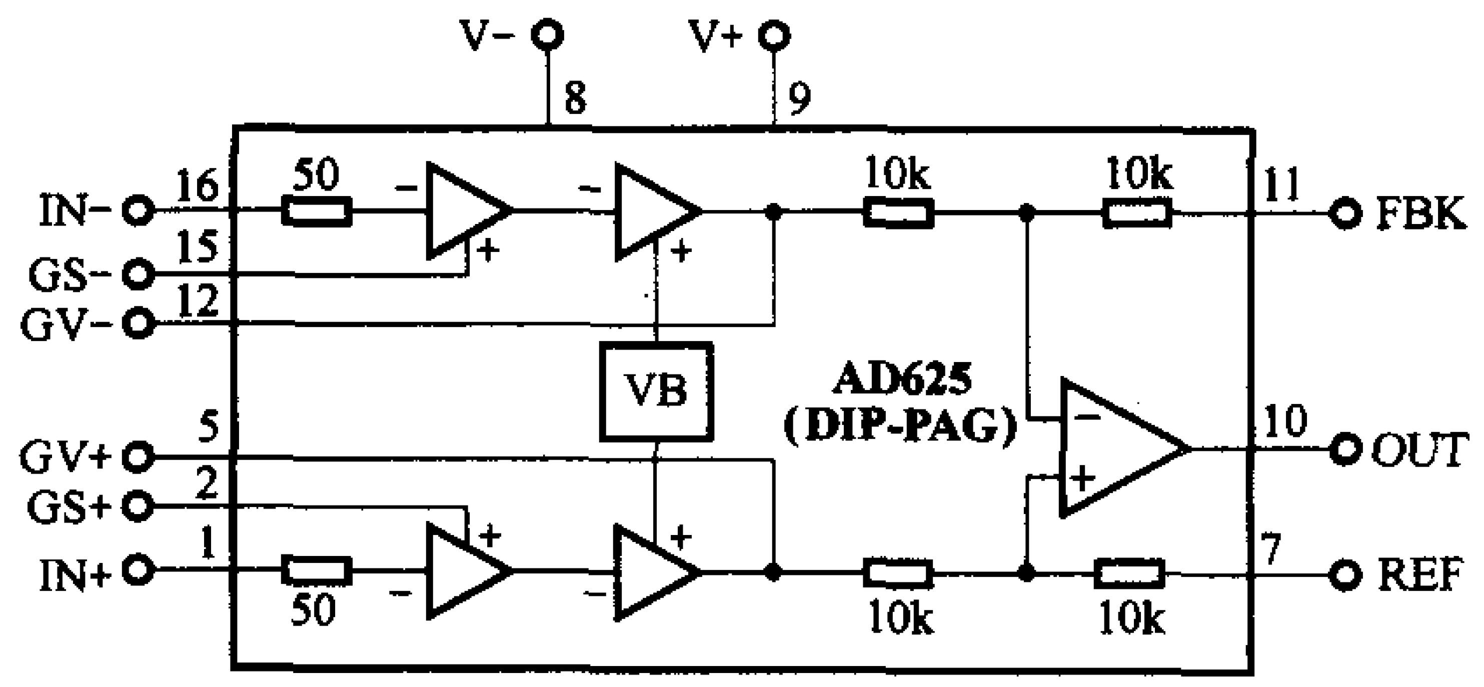
参数		条件	AD625/J/S			AD625B/K			AD625C			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	范围		1		1000	1		1000	1		1000	
	温度系统	G<1000			5			5			5	10^{-6}/℃
	误差			±0.035	±0.05		±0.02	±0.03		±0.01	±0.02	%
	非线性	G=1~256 G>256			±0.005 ±0.01			±0.002 ±0.008			±0.001 ±0.005	% %
失调电压	输入 温度系数 输出 温度系数	 (输入) (输出)		50 1 4 20	200 2/2 5 50/50		25 0.25 2 10	50 0.5/1 3 25/40		10 0.1 1 10	25 0.25 2 15	μV μV/℃ mV μV/℃
输入电流	偏置电流 温度系数 失调电流 温度系数	 (偏置) (失调)		±30 ±50 ±2 ±20	±50 ±35 		±20 ±50 ±1 ±20	±25 ±15 		±10 ±50 ±1 ±20	±15 ±5 	nA pA/℃ nA pA/℃
输入	阻抗	差模电阻 差模电容 共模电阻 共模电容		1 4 1 4			1 4 1 4			1 4 1 4		GΩ pF GΩ pF
	电压范围	(差模)			±10			±10			±10	V
	共模抑制比[0~60Hz R_S=1kΩ 非平衡]	G=1 G=10 G=100 G=1000	70 90 100 110	75 95 105 115		75 95 105 115	85 105 115 125		80 100 110 120	90 115 125 140		dB dB dB dB
输出	额定电压 额定电流				±10 ±10			±10 ±10			±10 ±10	V mA
噪声	电压(峰峰值)	G=100		0.3			0.3			0.3		μV
	电流(峰峰值)	f_B=0.01~10Hz		60			60			60		pA
动态响应	小信号 (-3dB)	G=1 G=10 G=100 G=1000		650 400 150 25			650 400 150 25			650 400 150 25		kHz kHz kHz kHz
	压摆率			5.0			5.0			5.0		V/μs
电源	电压范围 静态电流		±6	~ 3.5	±18 5.0	±6	~ 3.5	±18 5.0	±6	~ 3.5	±18 5.0	V mA
温度范围	规范范围 给定性能 工作范围	(J/K) (A/B/C) (S)	0 -25 -55		+70 +80 +150	0 -25 -65		70 +85 +150	-25		+85	℃

2. AD625 放大器内部电路结构与基本接法

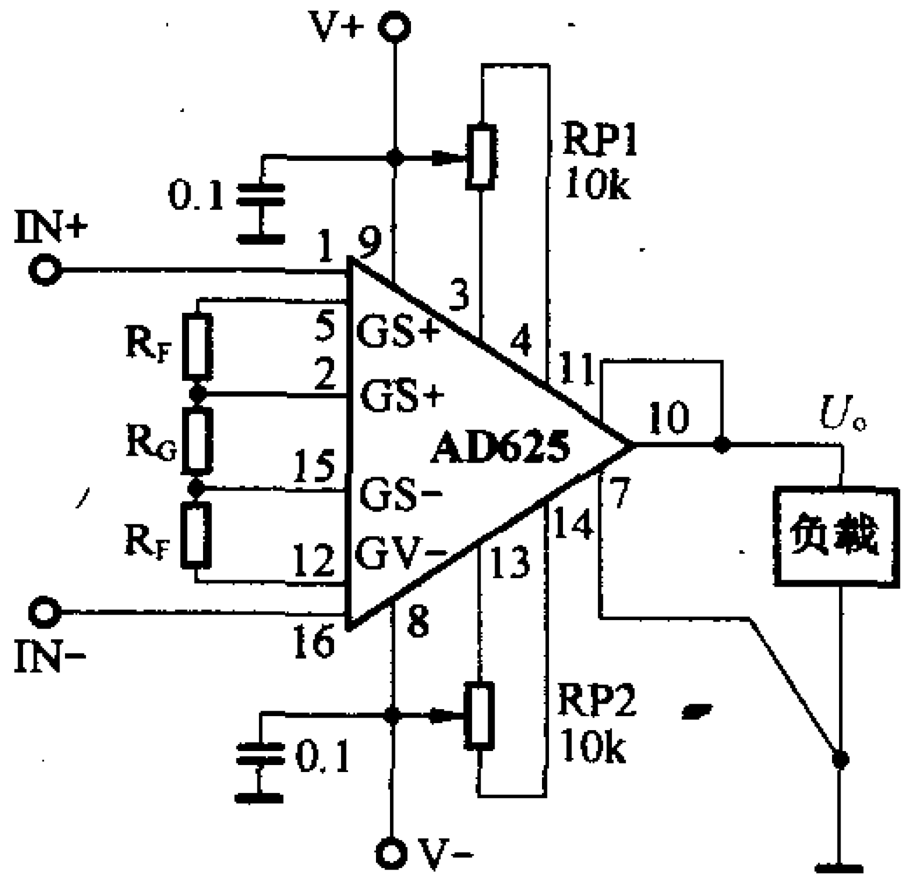
AD625 放大器的内部电路结构与组成见图 37(a)所示。IC 内部除设计有输入保护电阻、精密组合电阻及五个运算放大器外，与增益有关的电路全部设有外引脚，如 GS-、GV-、GS+、GV+等。这种设计方式主要是为了解决使用者进行软件增益编程的问题。图 37(b)是其基本放大器接法。图中外加的三个电阻 R_F、R_G 均与增益有关。其中 R_F 是放大器内部所需的反馈电阻，R_G 是增益电阻。通过选择不同的 R_F 与 R_G 就可以获得不同的增益值。表 12 列出了不同的 R_F、R_G 所对应的不同的增益值。若需要其他增益还可以按下式计算得到

$$G = 1 + \frac{2R_F}{R_G} \tag{7-1}$$

另外，电位器 RP1 与 RP2 是用来调整输入与输出失调电压的，一般情况下可以不用。



(a)



(b)

图 37

3. AD625 放大器电路的典型应用

AD625 电路可以设计成任意的测量放大器。图 38 是具有输出端屏蔽驱动的典型接法。这种接法可以通过电位器 RP 的阻值来改善共模抑制能力。但对其增益并无影响。它可应用于压力、温度、位移、应变等模拟量的测量中。

图 39 是前面叙述过的利用 CMOS 多路模拟开关与 AD625 及不同的 R_F 与 R_G 所构成的增益可编程放大器。

这里的 CMOS 开关采用 AD7502 双 8 选 1 模拟开关。R_8 与 R_9 为 R_F 的反馈电阻，R_1 ~ R_7 为不同挡位的 R_G 电阻。取其值时可参考表 12 所列之值或用式(7-1)计算获得。模拟开关的控制通过软件对 A_0、A_1、A_2 编程，便可获得不同的增益。

八、INA101 高精度仪器放大器

INA101 是用于弱信号放大和通用数据采集系统的高精度单片仪用放大器。该器件失调电压低，温度漂移小，输入阻抗高，具有输入保护电路，非线性误差最大仅为 0.002%。芯片设计引脚灵活。可广泛应用于应变式称重传感器的信号放大、热电偶温度传感器的信号放大、微弱信号检测系统的信号放大、医用传感器的信号放大及远距离传感器的信号放大等电路中。

INA101 有 TO-100 金属封装、14 脚的塑料及陶瓷 DIP 封装和 SOL-16 脚表面粘贴式扁平封装等结构。图 40(a)、图 40(b)分别给出了 TO-100 金属封装和 14 脚塑封形式的引脚排列图。IN101 按工作温度可分为民用品、工业用品和军用品。

表 12

增益(G)	R_F/Ω	R_G/Ω	增益(G)	R_F/Ω	R_G/Ω
1	20k	∞	200.0	20.5k	205.0
2	19.6k	39.2k	500	19.6k	78.7
5	20.0k	10.0k	1000	19.6k	39.2
10	20.0k	4.42k	4	20.0k	13.3k
20	20.0k	2.1k	8	19.6k	5.62k
50	19.6k	806.0	16	20.0k	2.67k
100	20.0k	402.0	32	19.6k	1.27k
64	20.0k	634.0	512	19.6k	76.8
128	20.0k	316.0	1024	19.6k	38.3
256	19.6k	154			

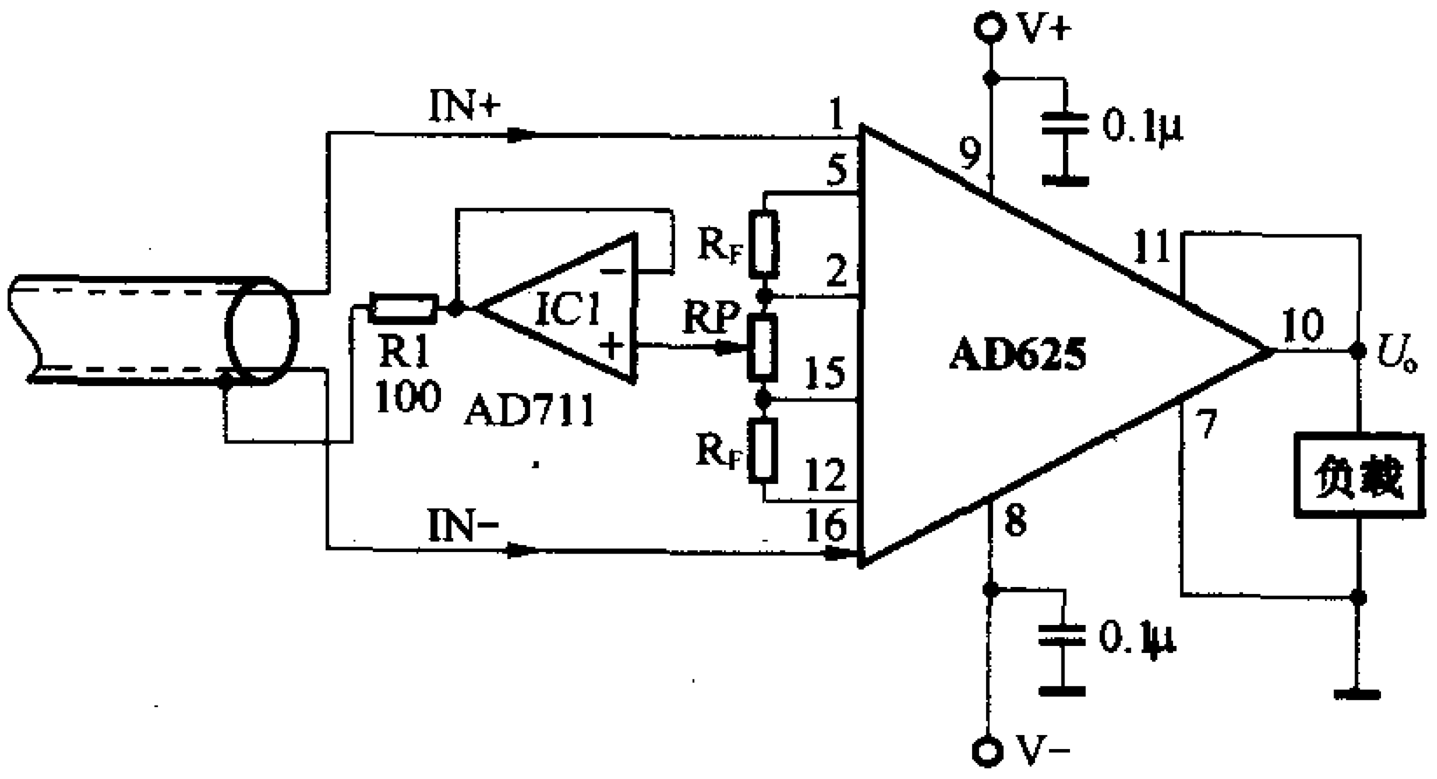


图 38

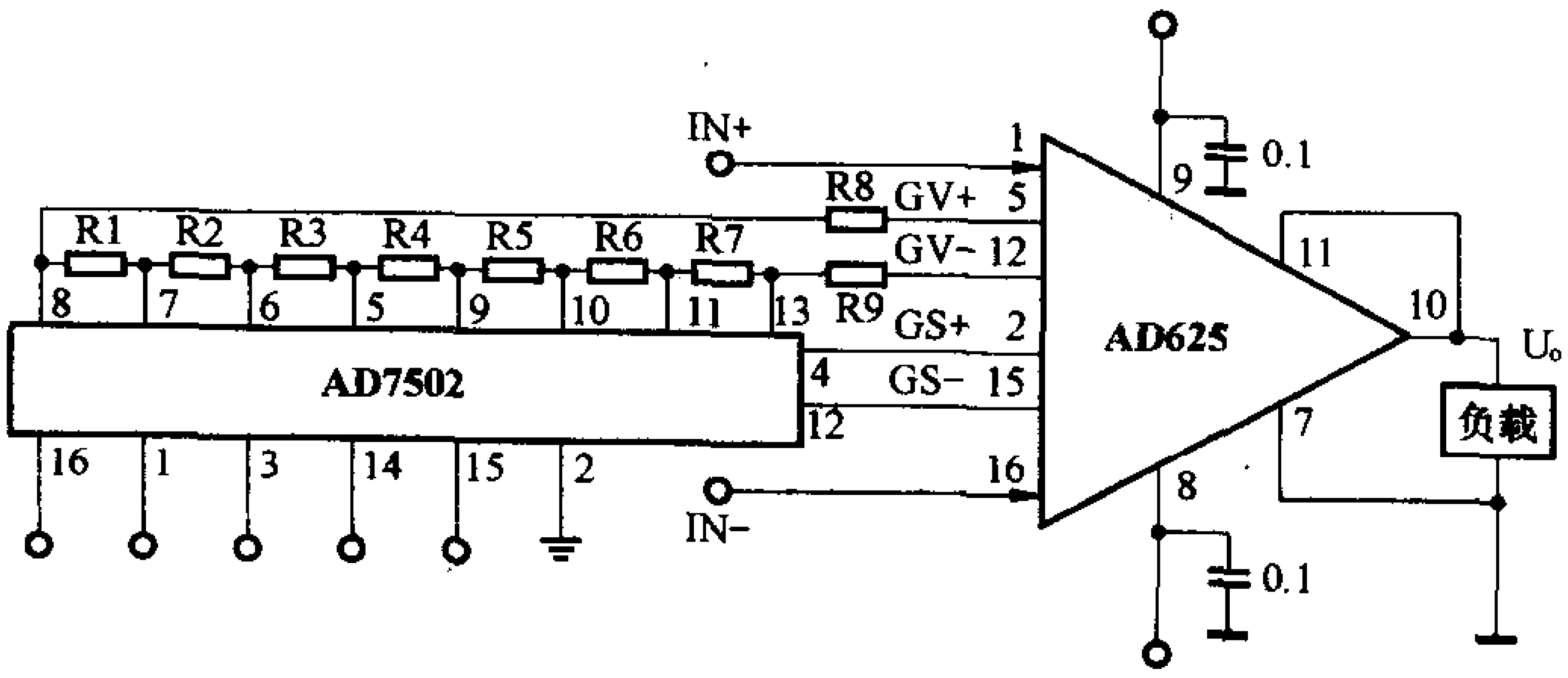
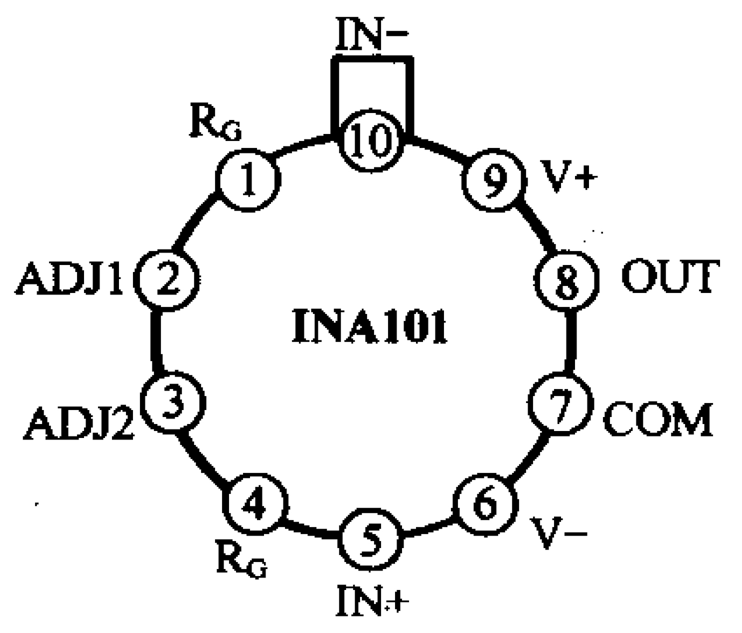
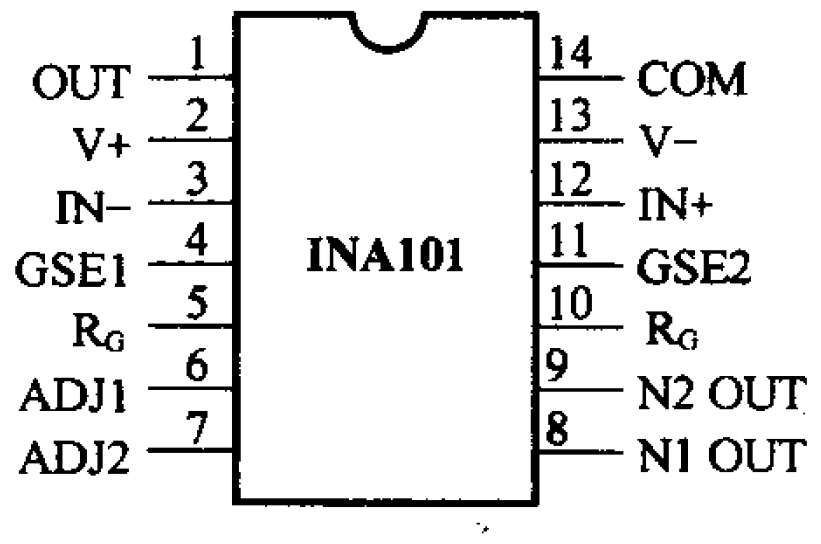


图 39



(a)



(b)

图 40

1. INA101 放大器电路的性能特点与主要参数

INA101 输入失调电压漂移低，最大值仅为 0.25μV/℃；低失调电压，最大值为 25μV；低噪声，峰峰值不大于 0.8μV(0.01 ~ 10Hz)；具有高共模抑制比，最高可达到 110dB(在 50Hz 时为 106dB)；非线性误差小，最小值可达 0.00%；输入阻抗高，其最大值为 10^{10} Ω。INA101 的主要参数见表 13。

表 13 　　**室温 T_A = +25℃；电源电压 U_S = ±15V**

参数		条件	INA101AM/AG			INA101SM/SG			INA101CM/CG			INA101HP/KU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	范围		1		1000	1		1000	1		1000	1		1000	
增益	温度系数	G=1 G=10 G=100 G=1000		2 20 22 22	5 100 110 110		2 20 22 22	5 100 110 110		2 10 11 11	5 100 110 110		2 20 22 22	5 100 110 110	10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃ 10^{-6}/℃
额定输出	电压 电流 输出阻抗 电容负载		±10 ±5	±12.5 ±10 0.2 1000		±10 ±5	±12.5 ±10 0.2 1000		±10 ±5	±12.5 ±10 0.2 1000		±10 ±5	±12.5 ±10 0.2 1000		V mA Ω pF
输入失调电压	电压 (初始值)	±25℃ 每个输入		±(25+200/G)	±(50+400/G)		±(10+100/G)	±(25+200/G)		±(10+100/G)	±(25+200/G)		±(125+200/G)	±(250+900/G)	μV
输入失调电压	电压系数			±(1+20/G)			*			*			*		μV/V
输入失调电压	温度系数				±(2+20/G)			±(0.75+10/G)			±(0.25+10/G)			±(2+20/G)	μV/℃
输入失调电压	时间系数			±(1+20/G)			*			*			*		μV/月
输入偏置电流	电流 电源系数 温度系数 失调电流	(初始值) (初始值)		±15 ±0.1 ±0.2 ±15	±30 ±30		±10 * * ±10	* *		±5 * * ±5	±20 ±20		* * * *	* *	nA nA/V nA/℃ nA
输入阻抗	差模阻抗			3111 ×10^0			*			*			*		pF11Ω
输入阻抗	共模阻抗			3111 ×10^{10}			*			*			*		pF/Ω

续表 13

参数		条件	INA101AM/AG			INA101SM/SG			INA101CM/CG			INA101HP/KU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
输入电压范围	线性响应		±10	±12		*	*		*	*		*	*		V
	CMR[R_S = 1kΩ,非平衡输入,0~60Hz]	$G=1$ $G=10$ $G=100\sim1000$	80 96 106	90 106 110		* * *	* * *		* * *	* * *		65 90 100	85 95 105		dB dB dB
输入噪声	电压(峰峰值)	f_B =0.01~10Hz		0.8			*			*			*		μV
	电流(峰峰值)	f_B =0.01~10Hz		50			50			50			50		pA
动态响应	小信号(−3dB平滑性)	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$		300 140 25 2.5			* * * *			* * * *			* * * *		kHz kHz kHz kHz
	全功率	$G=1\sim200$		6.4			*			*			*		kHz
	压摆率		0.2	0.4		*	*		*	*		*	*		V/μs
电源	额定电压 电压范围 静态电流		 ±5 	±15 ±6.7	 ±20 ±8.5	 * 	* *	 * *	 * 	* *	 * *	 * 	* *	 * *	V V mA
温度	规范范围 工作范围		−25 −55		+85 +125	−55 *		+125 *	* *		+700 *	0 −25		+70 +85	℃

注:表中打"*"号者表示参数与 IN101AM/AG 相同

2. INA101 内部电路结构与基本接法

INA101 两种电路内部结构分别见图 41(a)、图 41(b)所示。前者为 TO-100 式封装结构,后者为 DIP 封装结构。两种封装形式的内部电路基本相同,不同之处仅在线路引脚上。它们的内部电路都有三个精密运算放大器及激光修正的组合电阻。输入部分有 1kΩ 电阻和二极管保护电路。图 42(a)、图 42(b)分别为两种封装的基本接线图。电位器 RP 是用来调整失调电压的。增益电阻 R_G 除与增益有关外,还直接影响放大器的稳定性和温度漂移。要求放大精度较高时,可采用低温度系数的精密电阻。R_G 的取值可按式(5-1)确定。

3. INA101 放大器的典型应用

图 43 是由 DIP 封装的 INA 与运算放大器 N2 构成的消除交流干扰(50Hz 交流电)的测量放大器。其输入信号可来自生物电信号或其他微弱模拟信号。运放 N2 的输入信号由 IC1 OUT 与 IC2 OUT 输出端通过 100kΩ 电阻提取。运放 IC2 的输出通过 100Ω 电阻接在输入屏蔽线上,这种电路是为加强电路的共模抑制能力,从某种意义上讲也可以消除电源交流声。

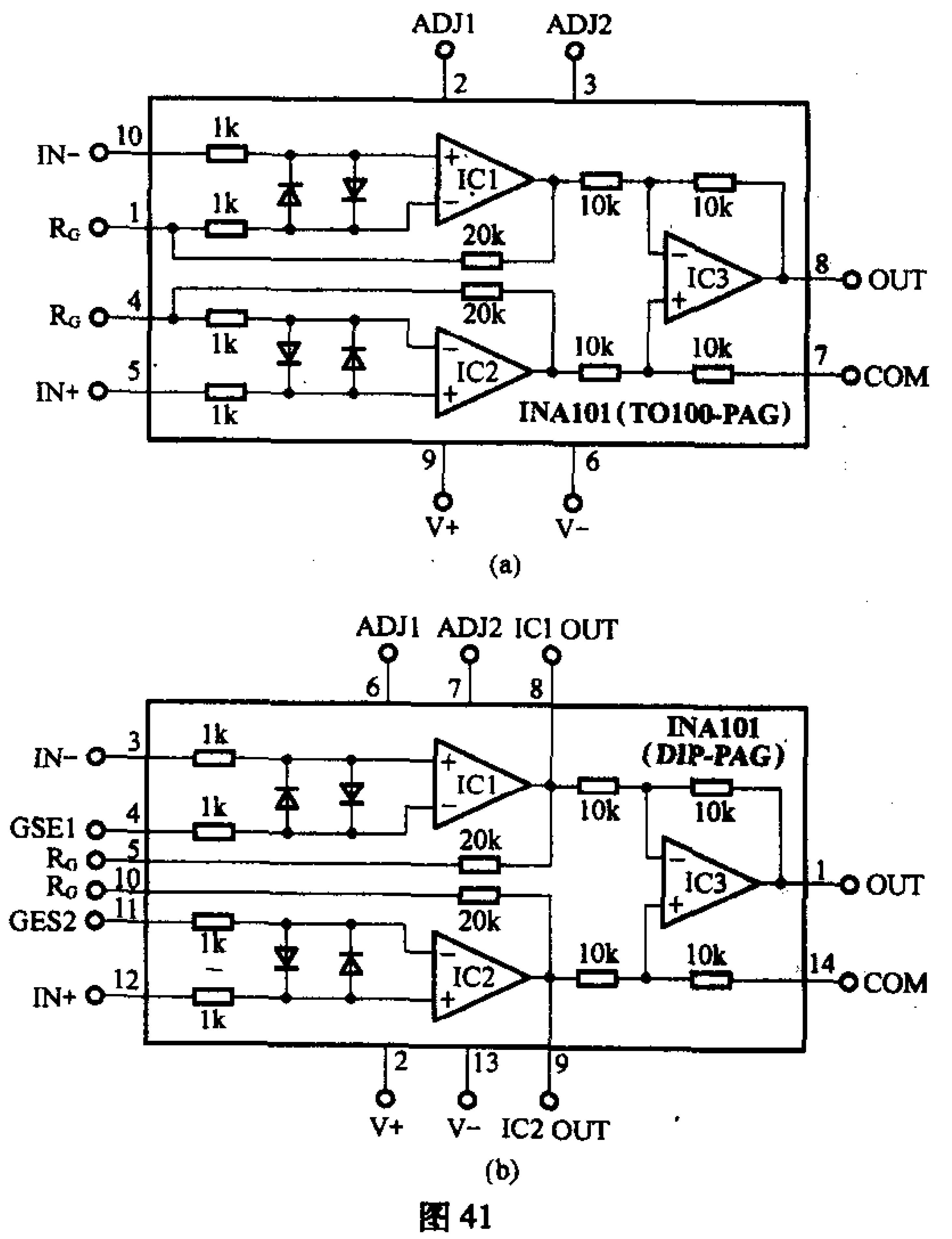
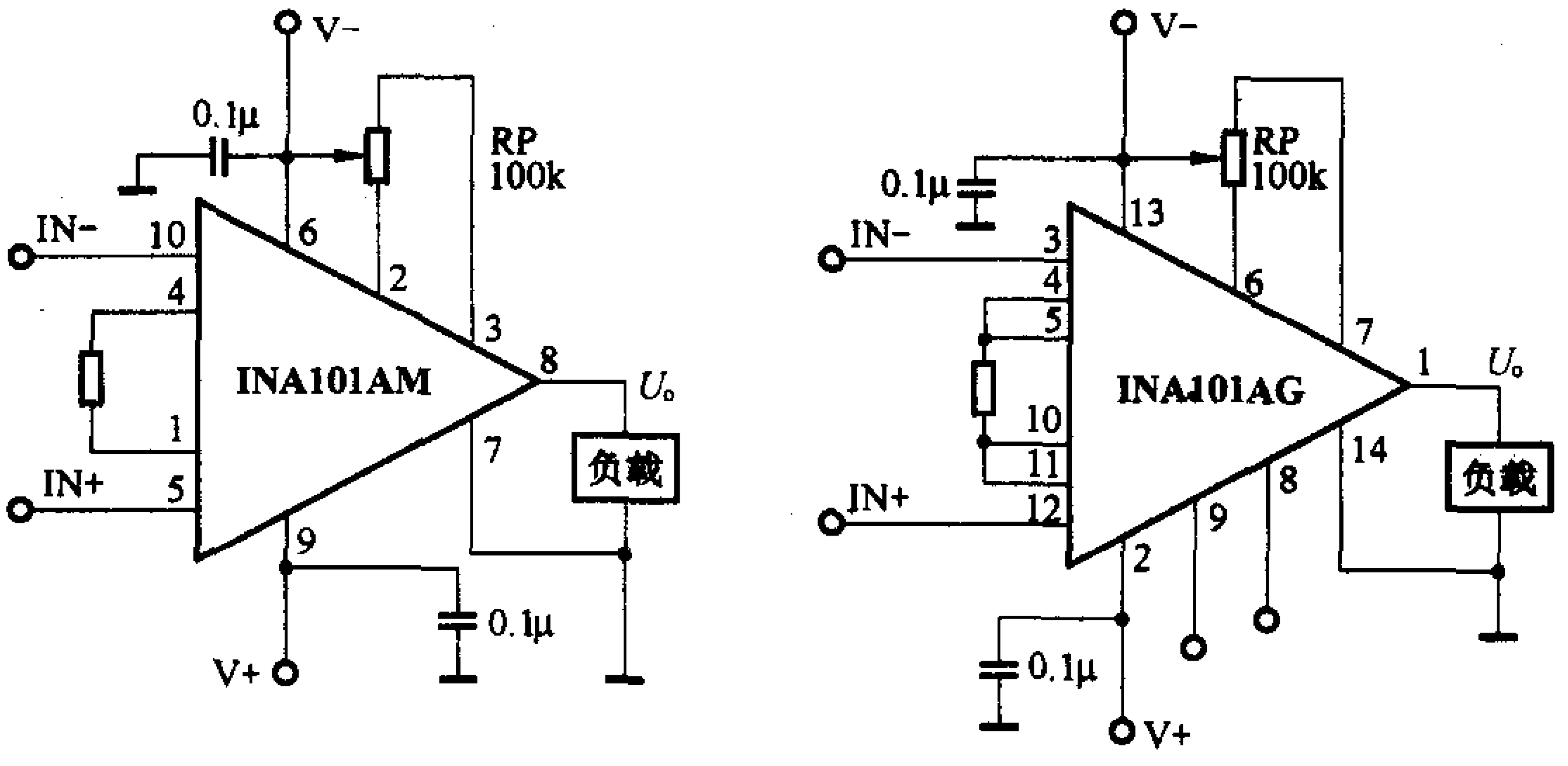


图 41



(a)　　　　(b)

图 42

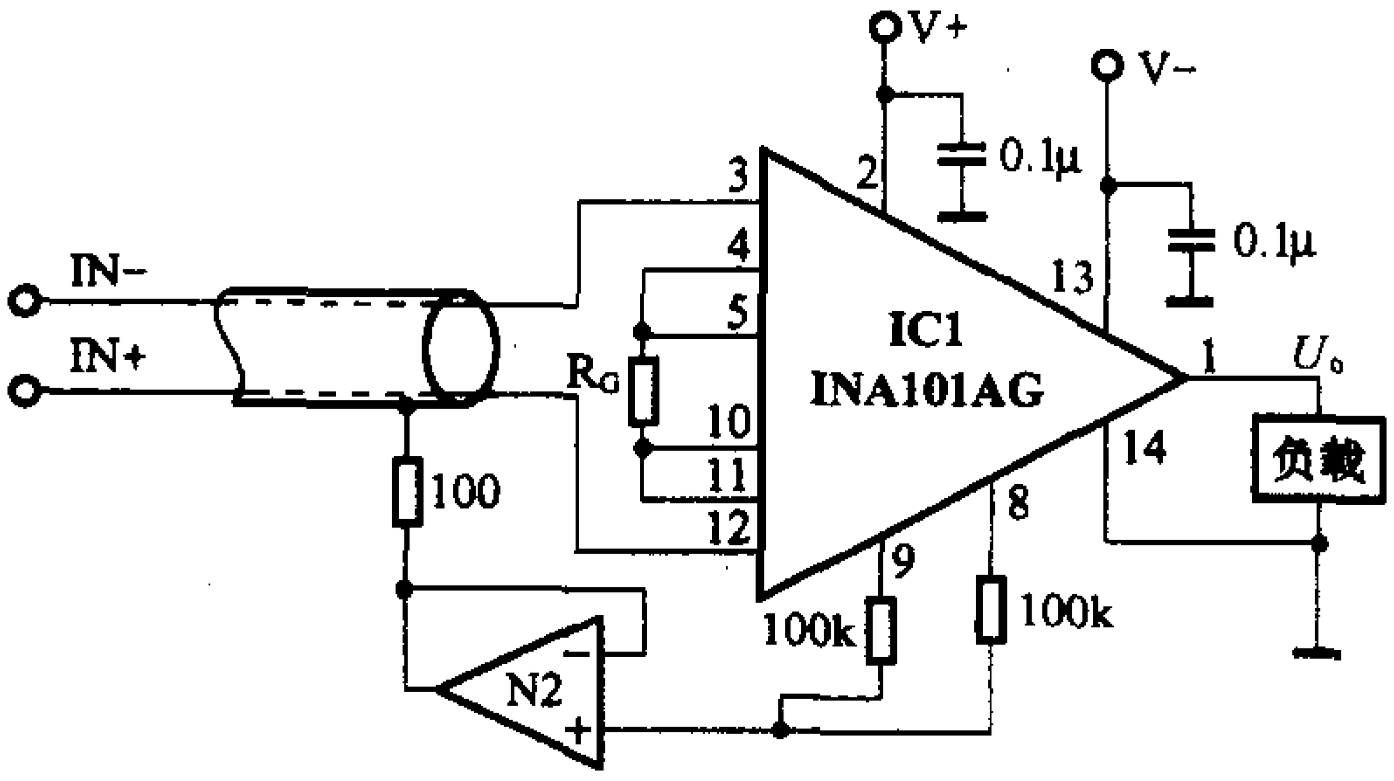
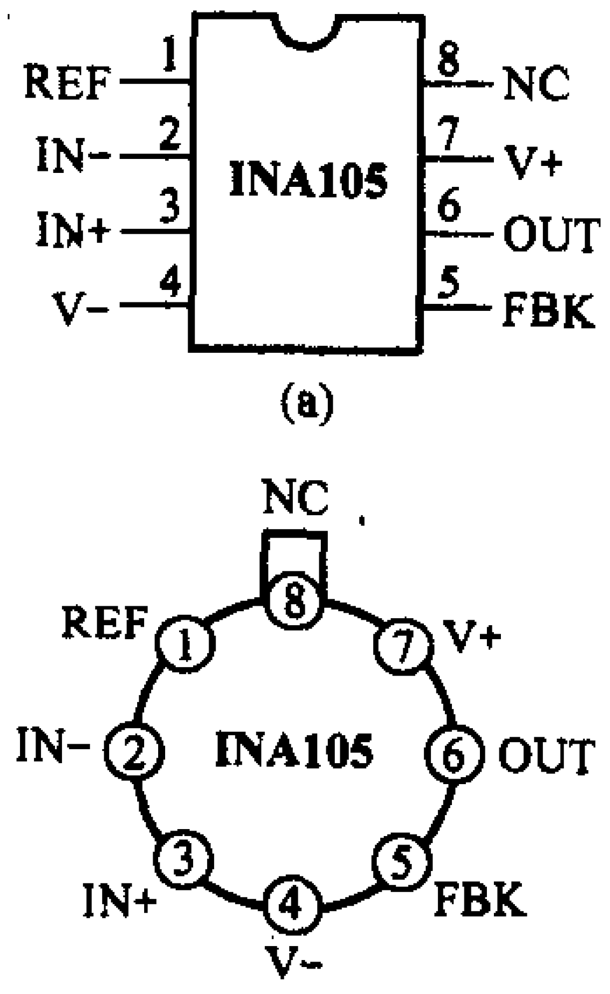


图 43



(a)　　　　(b)

图 44

九、INA105 高精度单位增益差动放大器电路

INA105 是一种增益为 1 的差动放大器，对称性好，它具有很高的共模抑制能力，可广泛应用于差模放大器、仪器放大器中的输出级、单位增益反向放大器、平均值放大器、绝对值放大器、总和放大器、同步检波 4mA ~ 20mA 变送器和电压/电流变换器等系统中。

INA105 外形采用 8 脚塑料 DIP、8 脚金属 T0-99 封装和 8 脚 SOIC 封装结构，以适应各种不同的使用需要。引脚排列见图 44。

1. INA105 放大器的性能特点及主要参数

INA105 电路共模抑制比高，在整个温度范围内，最小值为 86dB；增益误差小，最大值仅为 0.01%；非线性误差小，最大误差仅为 0.001%；应用时无需外围调整元件，使用灵活方便。

INA105 的主要性能参数见表 14。

表 14　　　室温 T_A = +25℃，电源电压 U_S = ±15V

参数		条件	INA105AM			INA105BM			INA105KP/KU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	初始值			1			1			1		
	误差			0.005	0.01		*	*		0.01	0.025	%
	温度系数			1	5		*	*		*		10^{-6}/℃
	非线性			0.0002	0.001		*	*		*	*	%
输出	额定电压	I_o = +20mA, -5mA	10	12		*	*		*	*		V
	额定电流	U_o = 10V	+20, -5			*			*			mA
	阻抗			0.01			*			*		Ω
	容性负载	稳定工作		1000			*			*		pF
	噪声电压（峰峰值）	f_B = 0.01 ~ 10Hz		2.4			*			*		μV
		f_o = 10kHz		60			*			*		nV/$\sqrt{Hz}$

续表 14

参数		条件	INA105AM			INA105BM			INA105KP/KU			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
输入	电压范围	差模	±10			*			*			V
		共模	±10			*			*			V
	阻抗	差模		50			*			*		kΩ
		共模		50			*			*		kΩ
	共模抑制比	$T_A = T_{min} \sim T_{max}$	80	90		86	100		72	*		dB
失调电压	电压	(初始值)		50	250		*	*		*	500	μV
	温度系数			5	20		5	10		*		μV/℃
	电源系数	$\pm U_S = 6 \sim 18V$		1	25		*	15		*	*	μV/V
	时间系数			20			*			*		μV/月
动态响应	小信号带宽	-3dB		1			*			*		MHz
	全功率带宽	$U_o = 20V$ (峰峰值)	30	50		*	*		*	*		kHz
	压摆率		2	3		*	*		*	*		V/μS
电源	额定电压			±15			*			*		V
	电压范围		±5		±18	*		*	*		*	V
	静态电流	$U_o = 0$		±1.5	±2		*	*		*	*	mA
温度	规范范围		-40		+85	*		*	*		*	℃
	工作范围		-55		+125	*		*	-40		+85	℃

注：表内打"*"号者表示参数与 INA105AM 相同

2. INA105 电路的内部结构

INA105 电路的内部结构如图 45(a)所示。它是由单一运放及 4 只 25kΩ 精密电阻组成的标准差动电路。这种电路在应用中有多种接法。图 45(b)是缓冲器，$U_o = U_i$；图 45(c)是反相器，$U_o = -U_i$；图 45(d)是放大倍数为 2 的同相放大器，$U_o = 2U_i$；图 45(e)是差分器，$U_o = U_2 - U_1$。

3. INA105 电路的典型应用

INA105 的电路简单，用其作为基本单元进行复杂放大器的设计却非常灵活方便。图 46 是利用 INA105 作差分器，它通过运放 IC1 与 IC2 组合设计成仪用放大器。其放大倍数为 $1 + 2(R_2/R_1)$。

这种电路若对 IC1 与 IC2 进行不同选择可适用于各种测量电路。如测量极微弱的生物信号，IC1 与 IC2 应选择 OPA128，输入阻抗可高达 $10^{15}\Omega$，输入偏置电流小于 0.1pA，适合针电极及高阻抗电极，R_2 可取配对的 5kΩ

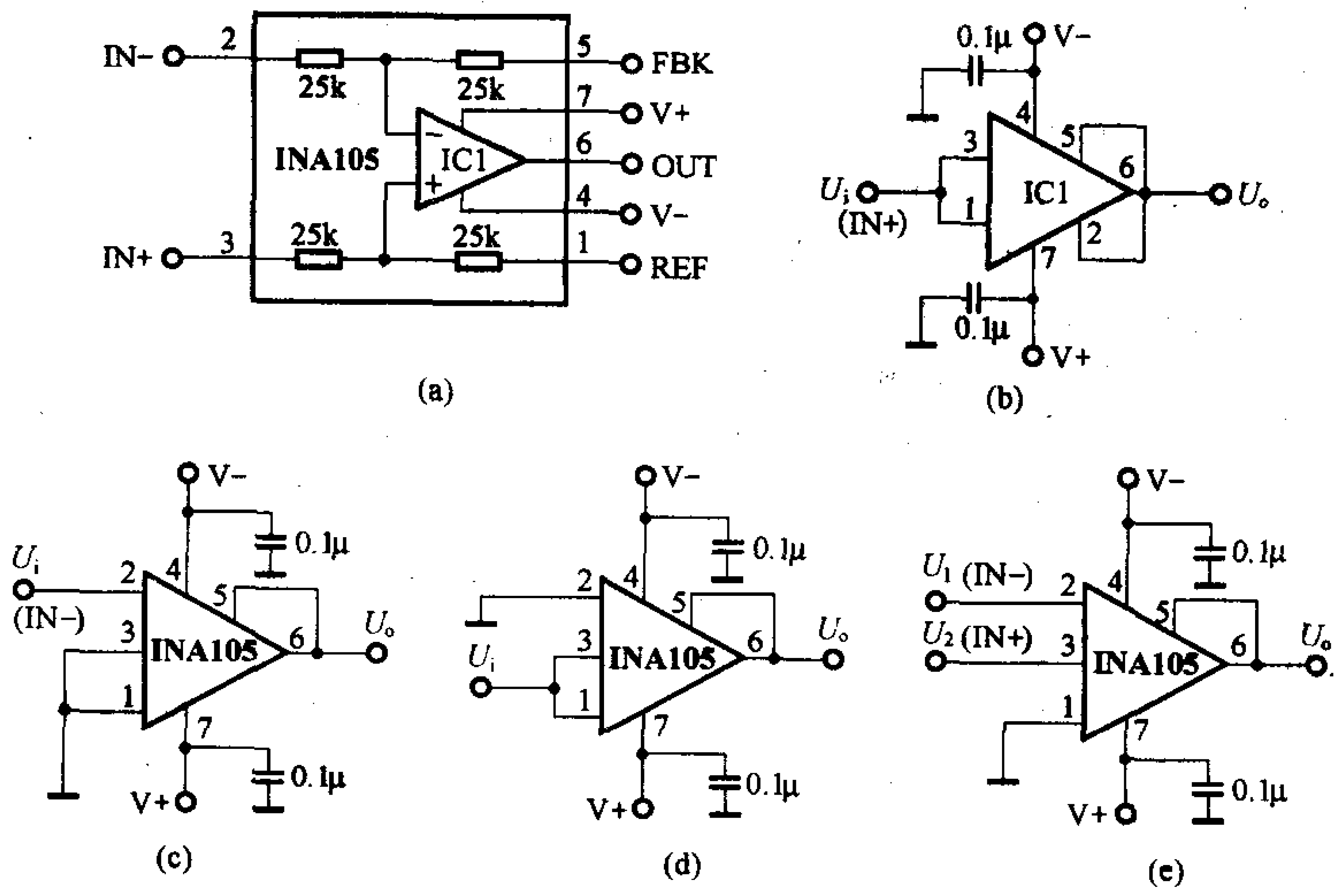


图 45

精密电阻，R1 取 204Ω，电路增益为 50，共模抑制比可达 110dB。

图 47(a)是一个输入电压等分器，$U_o = U_i/2$；图 47(b)是一个无增益的输入电压加法器，$U_o = U_1 + U_2$；图 47(c)是具有增益输出的输入电压加法器，其输出电压为 $U_o = 1 + \frac{R_2}{R_1} \times \frac{(U_1 + U_2)}{2}$

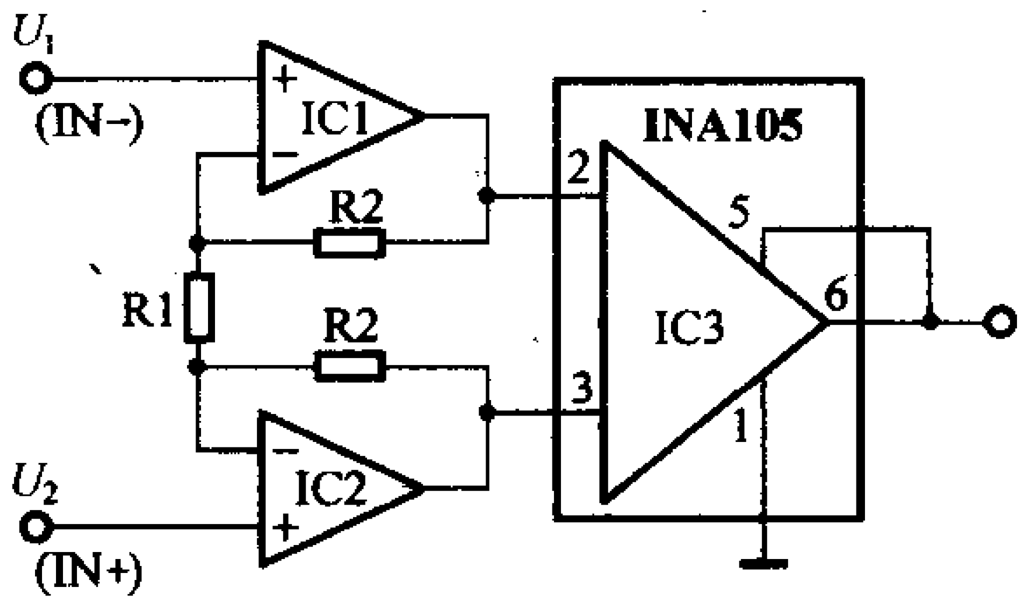


图 46

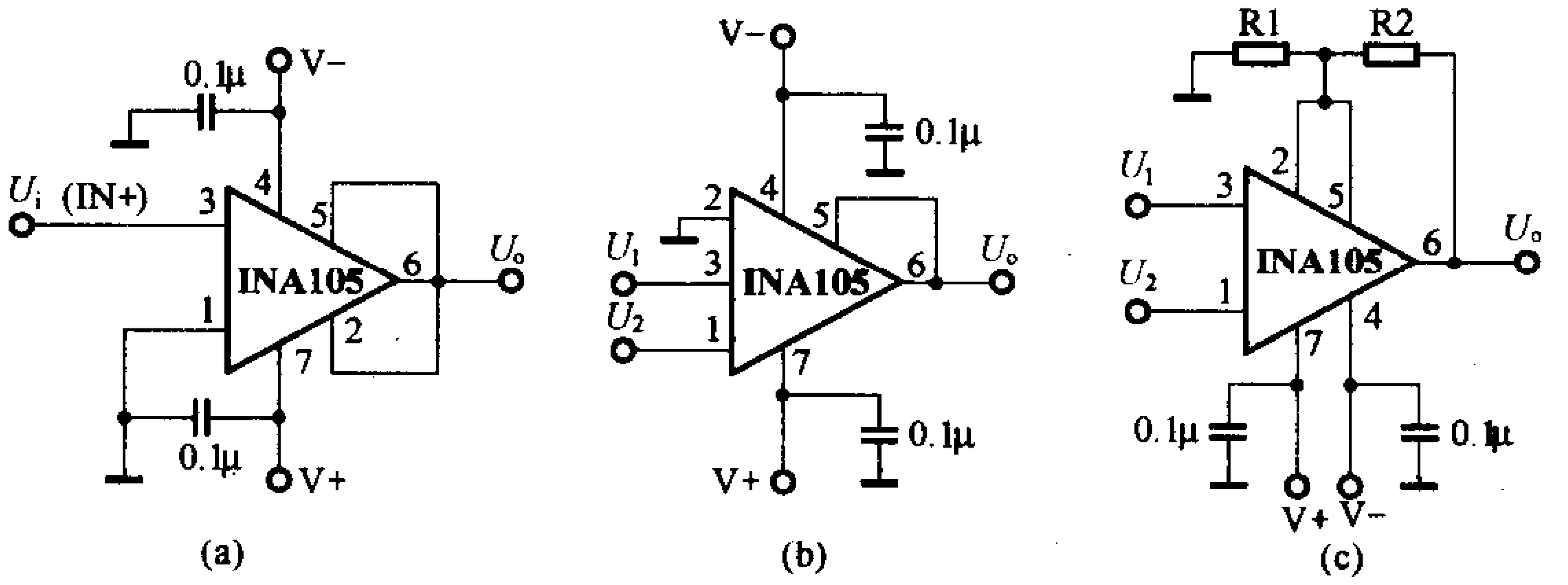


图 47

图 48 是由 INA105 所构成的差分输入电压到输出电流的转换电路。流过负载的转换电流 $I_o = (U_2 - U_1)/R$；R 不宜太小，也就是说 I_o 是一个小电流。

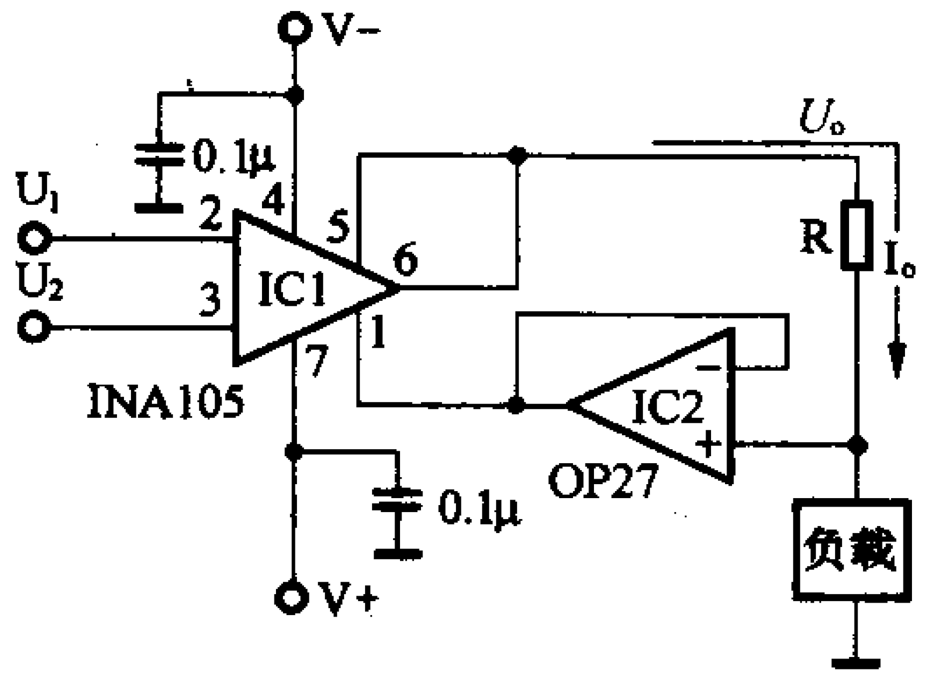


图 48

图 49 电路是由 INA105 所构成的精密绝对值电路。OPA111 是一个低噪声的精密运算放大器。当输入信号为正时，二极管 VD1 截止，VD2 导通，R1 的设置是保证 VD2 在导通时有一定的工作电流。INA105 接成差动放大形式。当 VD2 导通时，来自 OPA111 输出端的信号经 INA105 同相输入放大 2 倍；来自 OP111 的反相端的信号（即为输入信号 U_i）经 INA105 反相输入倒相输出，增益为 -1，两个输入信号在输出端叠加，使 $U_o = U_i$。

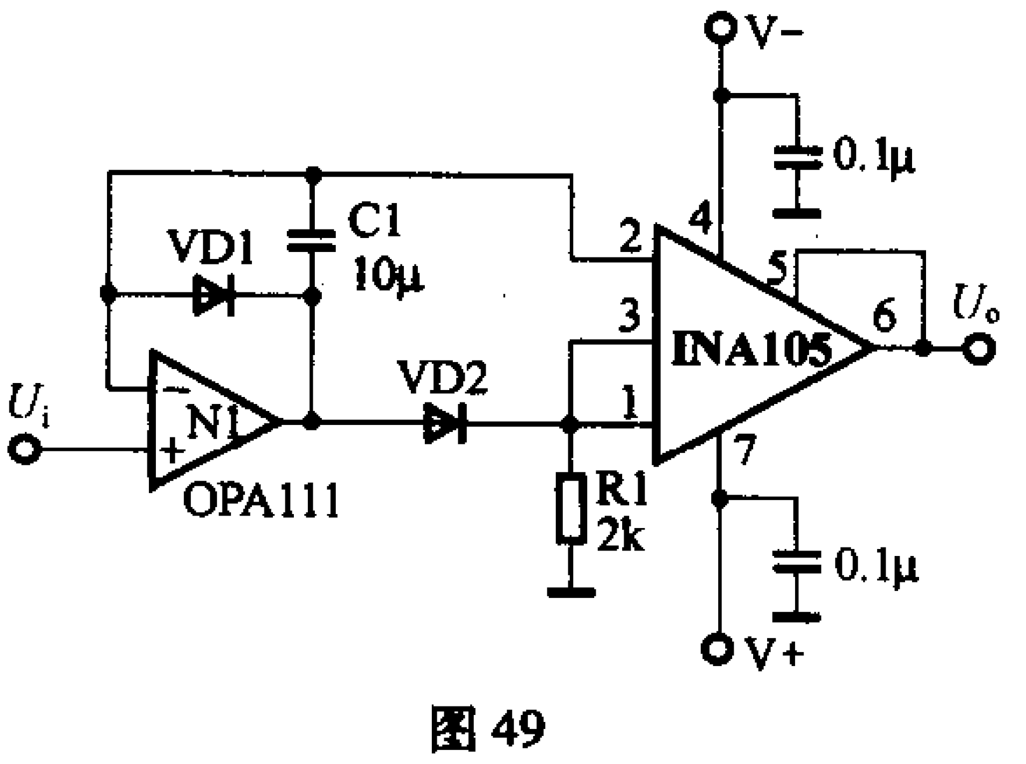


图 49

当输入信号 U_i 为负值时，VD1 导通，VD2 截止。相当于 INA105 同相输入端通过内部电阻接地，仅保留反相输入信号，经反相后输出端使 $U_o = U_i$。图中 C1 是为了保证电路 I 稳定而设置的。该电路的输出电流可达 40mA。

十、INA106 高精度 10 倍增益差动放大器电路

INA106 是一只单片精密 10 倍增益的差动放大器。内部的薄膜电阻经过激光修正，具有很高的增益精度和共模抑制比。因薄膜电阻具有良好的温度系数，能在整个工作温度范围内保持很高的增益精度，可以广泛应用于增益为 10 的差动放大器、增益为 ±10 或 -10 的放大器、增益为 11 的放大器以及仪用放大器等。

INA106 外形采用 8 脚 DIP 塑封及 8 脚 SO 封装。其引脚排列见图 50。

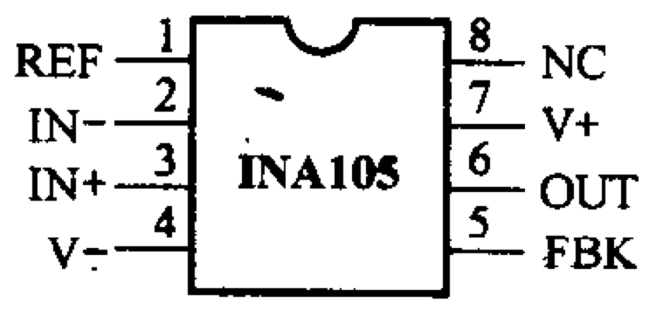


图 50

1. INA106 放大器的性能特点与主要参数

IN106 具有高增益精度，最大值为 ±0.025%；共模抑制比高，最小值为 80dB；非线性失真小，最大值仅为 0.001%，使用灵活方便。INA106 的主要参数见表 15。

表 15　室温 $T_A = +25℃$,电源电压 $U_S = \pm 15V$

参数		条件	INA106KP/U			单位
			最小值	典型值	最大值	
增益	初始值			10		
	误差			0.01	0.025	%
	温度系数			-4		10^{-6}/℃
	非线性			0.0002	0.001	%
输出	额定电压	$I_o = +20mA, -5mA$	10	12		V
	额定电流	$U_o = 10V$	+20, -5			mA
	阻抗			0.01		Ω
	电流限制	对地		+40/-10		mA
	容性负载	稳定工作		1000		pF
输入	电压范围	差模	±1			V
		共模	±11			
	阻抗	差模		10		kΩ
		共模		110		
	共模抑制比	$T_A = T_{min} \sim T_{max}$	80	90		dB
失调电压	电压	(初始值)		50	200	μV
	温度系数	$\pm U_S =$ 6V ~ 18V		0.2		μV/℃
	电源系数			1.0	10.0	μV/V
	时间系数			10		μV/月
噪声	电压(峰峰值)	$f_B = 0.01Hz \sim 10Hz$		1		μV
		$f_o = 10kHz$		30		$nV\sqrt{Hz}$
动态响应	小信号带宽	-3dB		5		MHz
	全功率带宽	$U_o = 20V$(峰峰值)	30	50		kHz
	压摆率		2	3		V/μs
电源	额定电压			5		V
	电压范围		±5	~	±18	V
	静态电流	$U_o = 0$		±1.5	±2	mA
温度	规范温度范围		0		+70	℃
	工作温度范围		-40		+80	℃

2. INA106 放大器内部组成与基本接法

INA106 的内部电路结构见图 51(a)。应用时的基本接法见图 51(b)所示,输出电压 $U_o = 10(U_2 - U_1)$。连接此电路时,靠近管脚的正、负电源处应各接一个 1μF 的旁路电容,以确保电源工作的稳定性。图 51(c)是失调电压的调整电路,通过调节 RP 可使输出有 ±3mV范围的变化。

值得一提的是,连接到 INA106 输入端的信号源阻抗必须做到匹配,若源阻抗有 5Ω 以上的失配,将会使共模抑制比降低。如已知源阻抗有失配,可在器件输入端串接附加电阻加以补偿,以便获得良好的共模抑制能力。

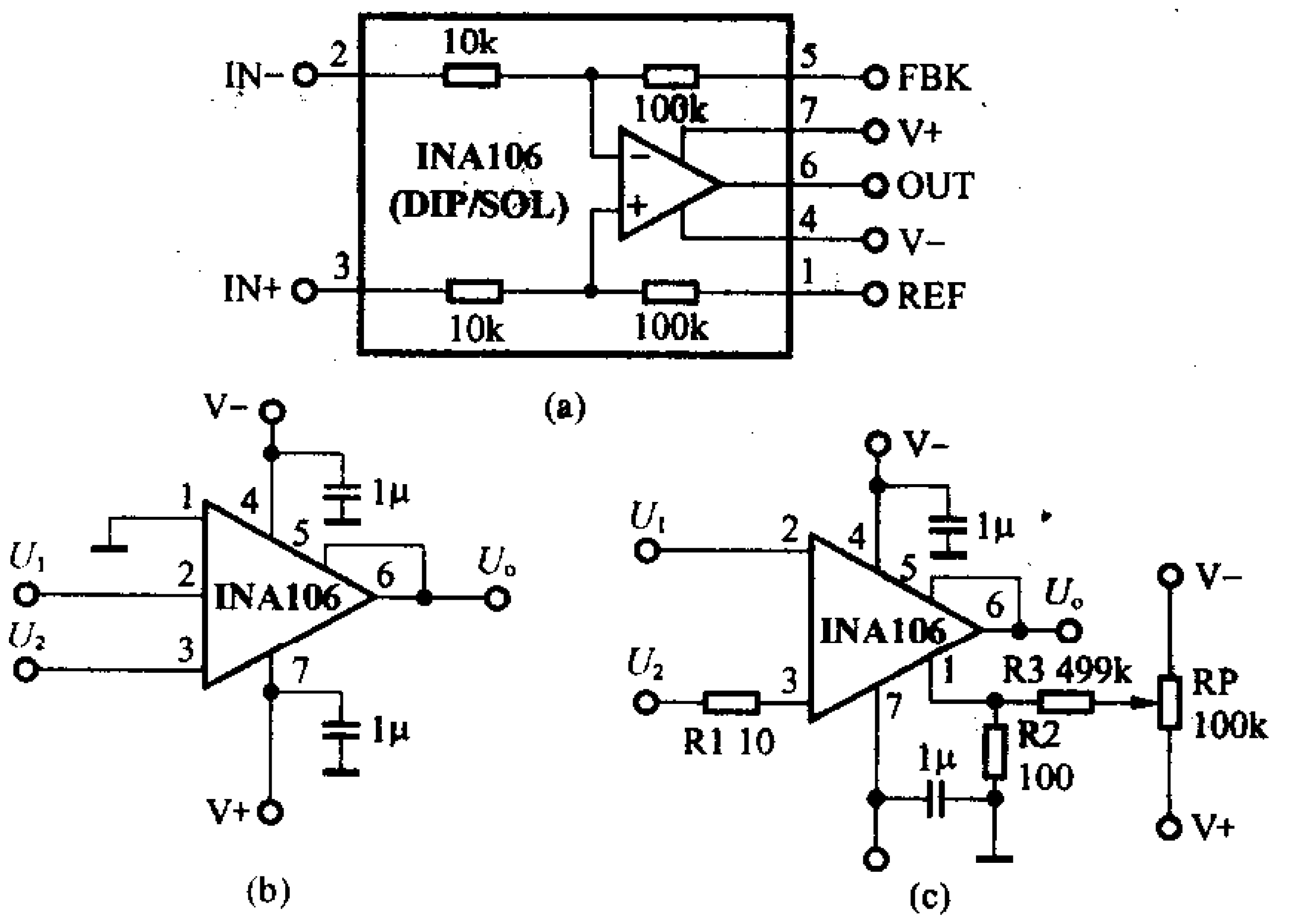


图 51

3. INA106 的典型应用

在使用中,若使用场合要求较高,需要较高的共模抑制比和比较准确的 10 倍增益,可通过图 52(a)所示电路来实现。图中 RP1 用来调整增益,RP2 用于调整共模抑制比。图 52(b)所示电路是允许输入信号过载到 ±100V的电压跟随器。这种电路的输入电压加到 1 脚上,由 R_4、R_3 组成的分压器使输入电压为 $(1/11)U_i$,放大器接成相对同相端的增益为 11,所以输出电压 $U_o = 11(1/11)U_i = U_i$。这种跟随器输入电压可达到 ±100V,而对放大器则是安全的。因为实际加到运放同相输入端的信号电压不会超过 ±10V。

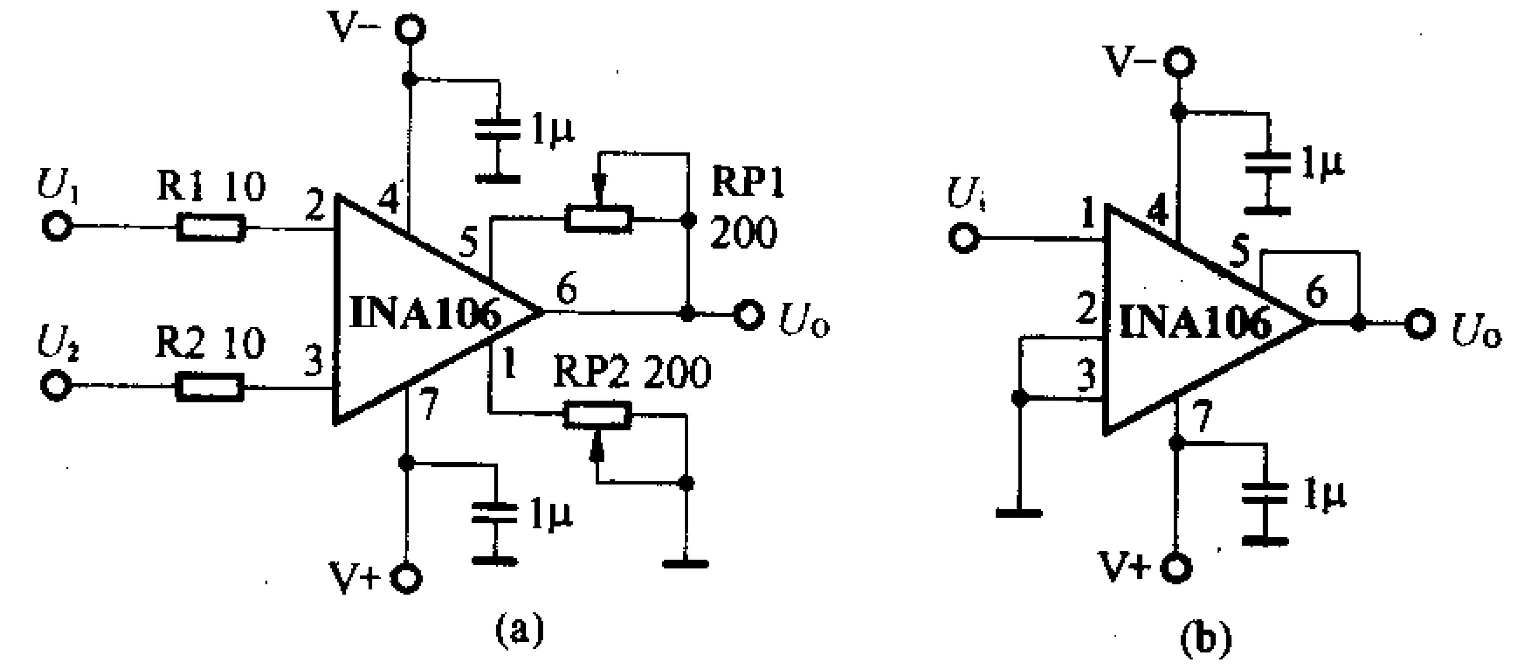


图 52

在应用中,若要得到更高增益和更好性能的测量放大器,可采用图 53 所示具有输入屏蔽驱动和放大倍数可变的电路,这种电路 $U_o = 10(1 + 2R2/R1)$。通过选

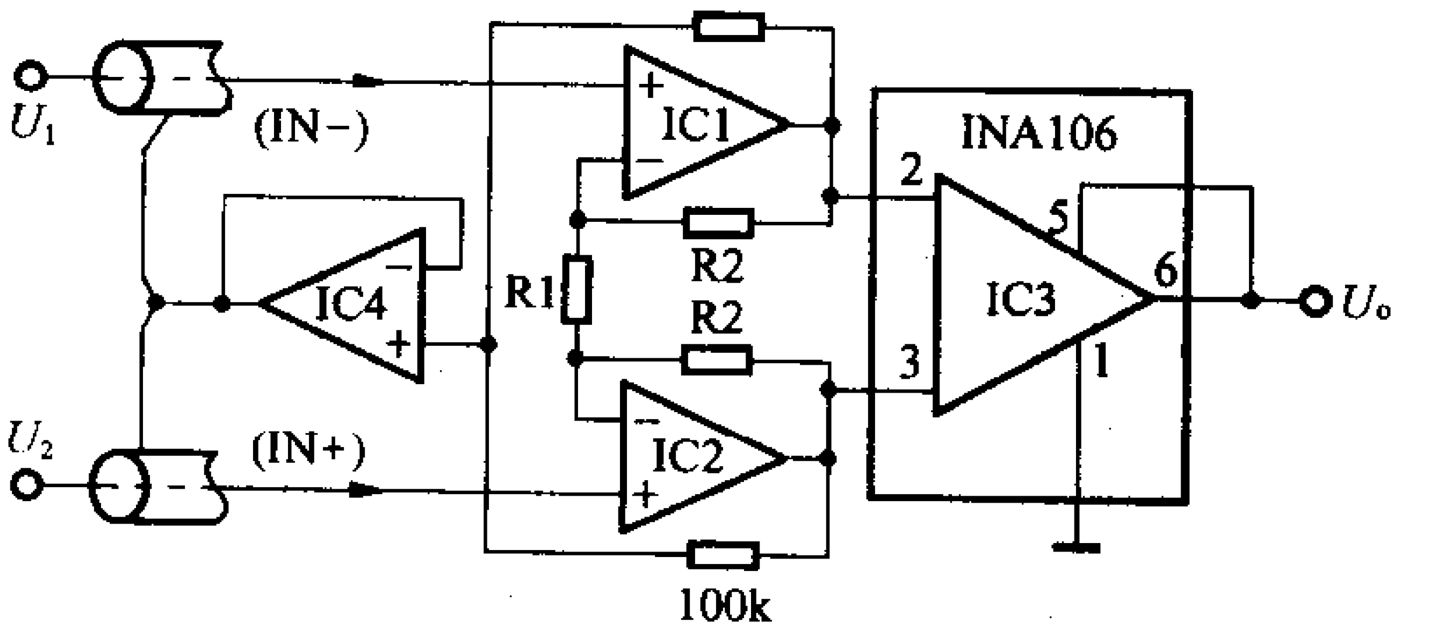


图 53

择不同的 2C 与 2C 便可获得不同目的要求的放大器。

十一、INA120 高精度仪器放大器电路

INA120 是一种较为理想的高精度精密仪用放大器。其芯片设计有输入保护电路、失调电压调整电路和固定的增益电阻。由于对芯片内的电阻采用了激光修正技术，使得电路具有很高的共模抑制比和很低的失调电压。器件本身提供了标准的 ×1、×10、×100、×1000 四挡增益值。若在外部增加增益电阻还可得到 1～5000 以内的任意增益。它可广泛应用于桥式放大器、医用放大器、开关增益放大器和高精度的数据采集放大器中。

INA120 的外形采用 18 脚 DIP 陶瓷与塑料封装。其引脚排列见图 54。

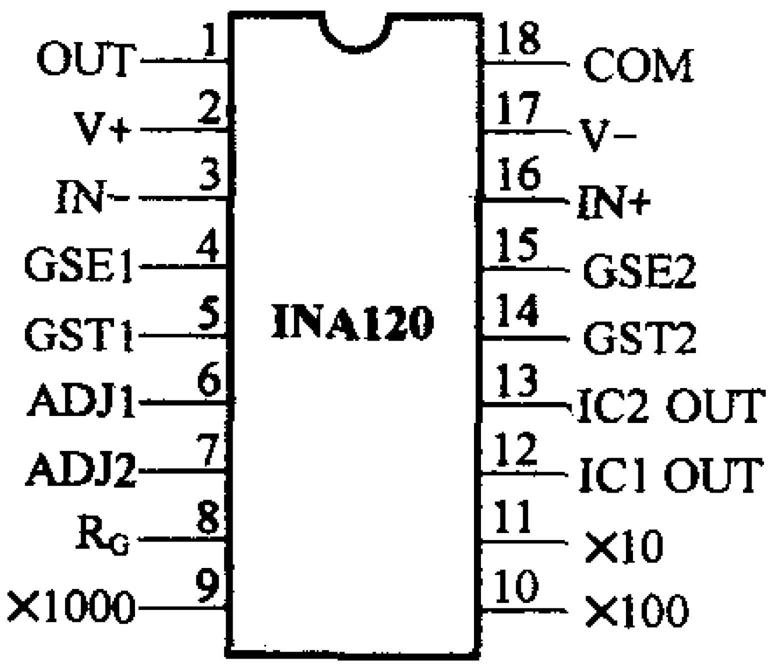


图 54

1. INA120 高精度放大器的性能特点与主要参数

INA120 失调电压低，最大值为 25μV；失调电压漂移小，最大值为 0.25μV/℃；增益漂移低，最大值为 30×10^{-6}/℃（$G=100$）；共模抑制比高，在 50Hz、$G=100$ 时不小于 106dB；本身设置的标准增益分别为 ×1、×10、×100、×1000 四挡。INA120 的主要参数见表 16。

2. INA120 电路内部结构与基本接法

图 55(a)是 INA120 的内部电路。它采用三个基本的运放电路组合而成，内部设置有输入保护电路及固定增益电阻，具有 GSE1、GSE2、GST1、GST2、N1OUT、N2OUT 等不同目的的引脚。图 55(b)是其基本接法。增益的选择是靠 4、5、8、9、10、11、14、15 脚各引脚的组合连接得到。表 17 示出了这种连接的关系。例如选择增益 ×10 时，4、5 脚相连，11、14、15 脚相连。

3. INA120 电路的典型应用

图 56 是 INA120 放大器增加输入保护电路的典型接法。图中二极管 VD_1～VD_4 可以选择 1N4148，或其他型号的二极管。R_S 是用来限制输入电流的，当输入电压超过所加的电源电压时，通过 R_S 及二极管可以将输入电流限制在 100mA 以内。

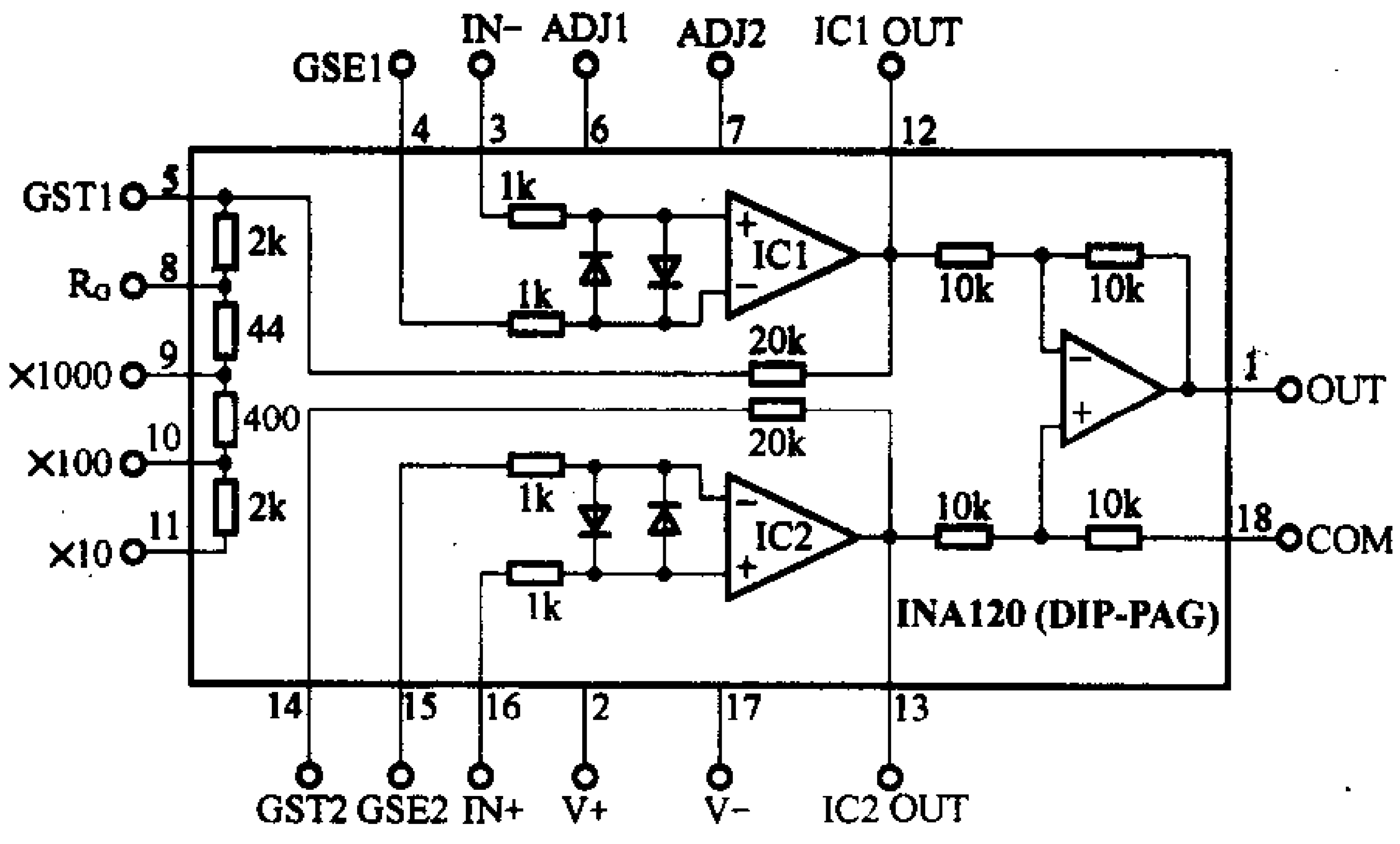
表 16　　室温 $T_A=+25$℃，电源电压 $U_S=\pm15$V

参数		条件	INA120CG			INA120BG/BP			INA120AP			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
增益	范围		1		1000	1		1000	1		1000	
增益	温度系数	$G=1$		4	10		4	20		6	20	10^{-6}/℃
		$G=10$		4	10		4	20		8	40	10^{-6}/℃
		$G=100$		6	30		6	40		10	60	10^{-6}/℃
		$G=1000$		22	50		22	50		40	100	10^{-6}/℃
增益	非线性	$G=1$		0.001	0.005		0.001	0.01		0.001	0.01	%
		$G=10$		0.002	0.005		0.002	0.01		0.002	0.01	%
		$G=100$		0.004	0.01		0.004	0.02		0.004	0.02	%
		$G=1000$		0.008	0.05		0.008	0.1		0.008	0.1	%
输出	电压	温度范围内	±10	±12.7		*	*		*	*		V
	电流	温度范围内	±5	±25		*	*		*	*		mA
	短路电流			±25			*			*		mA
	电容负载	稳定		5000			*			*		pF
失调	电压电源系数	$U_S=\pm6V\sim\pm18V$		1+20/G	10+150/G		1+20/G	20+250/G		1+20/G	40+300/G	μV/V
	电压			10+300/G	25+600/G		50+300/G	100+1000/G		50+600/G	200+2000/G	μV
	电压温度系数				0.25+10/G			1+20/G		2+20/G		μV/℃
输入	偏置电流			±7	±20		±7	±20		±20	±50	nA
	失调电流			±5	±10		±5	±20		±10	±50	nA
	差模阻抗			10^{10}‖3			10^{10}‖3			10^{10}‖3		Ω/pF
	共模阻抗			10^{10}‖3			10^{10}‖3			10^{10}‖3		Ω/pF
	电压线性响应范围		±10	±12.5		±10	±12.5		±10	±12.5		V

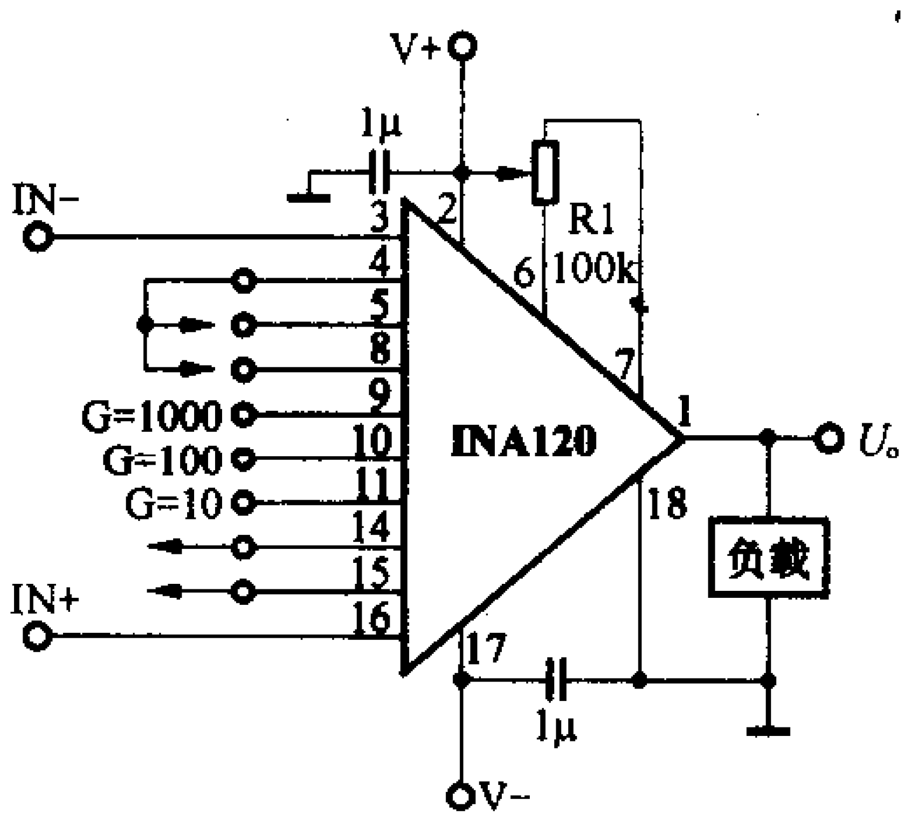
续表 16

参数		条件	INA120CG			INA120BG/BP			INA120AP			单位
			最小	典型	最大	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
噪声	输入噪声电压（峰峰值）	f_P=0.1Hz~10Hz $G=1000$		0.7			0.7			0.7		μV
	输入噪声电流（峰峰值）	f_B=0.1Hz~10Hz		50			50			50		pA
	输出噪声电压（峰峰值）	f_B=0.1Hz~10Hz		8			8			8		μV
动态响应	小信号带宽（-3dB）	$G=1$ $G=10$ $G=100$ $G=1000$		2 200 20 2			2 200 20 2			2 200 20 2		MHz kHz kHz kHz
	全功率带宽 $G<200$	$U_o=\pm10V$ $R_L=2k\Omega$		9			9			9		kHz
	压摆率 建立时间 过载恢复	 $G=100$,0.01% 50%过载	0.4	0.6 50 2		0.4	0.6 50 2		0.4	0.6 50 2		V/μS μS μS
输出	电压	温度范围内 $R_L=2k\Omega$	±10.5	±12.8		±10.5	±12.8		±10.5	±10.5	±12.8	V
	电流 短路电流 容性负载	温度范围内 稳定工作	5	15 24 4000		5	15 24 4000		5	 24 4000	15	mA mA pF
电源	电压范围 电流	 $U_o=0$	±6	 ±2.7	±18 ±4	±6	 ±2.7	±18 ±4	±6	 ±2.7	±18 ±4	V mA
温度	规范范围		-25		+85	-25		+85	-25		±85	℃
	工作范围	(AP/BP)				-40		±85	-40		+85	
		(BG/CG)	-55		+125	-55		+125				

注：表中打"*"号者表示参数与 INA120CG 相同



(a)



(b)

图 55

表 17

增　益	引脚连接	增　益	引脚连接
1	4-5、14-15	100	4-8、11-14、10-15
10	4-5、11-14-15	1000	4-8、11-14、9-15

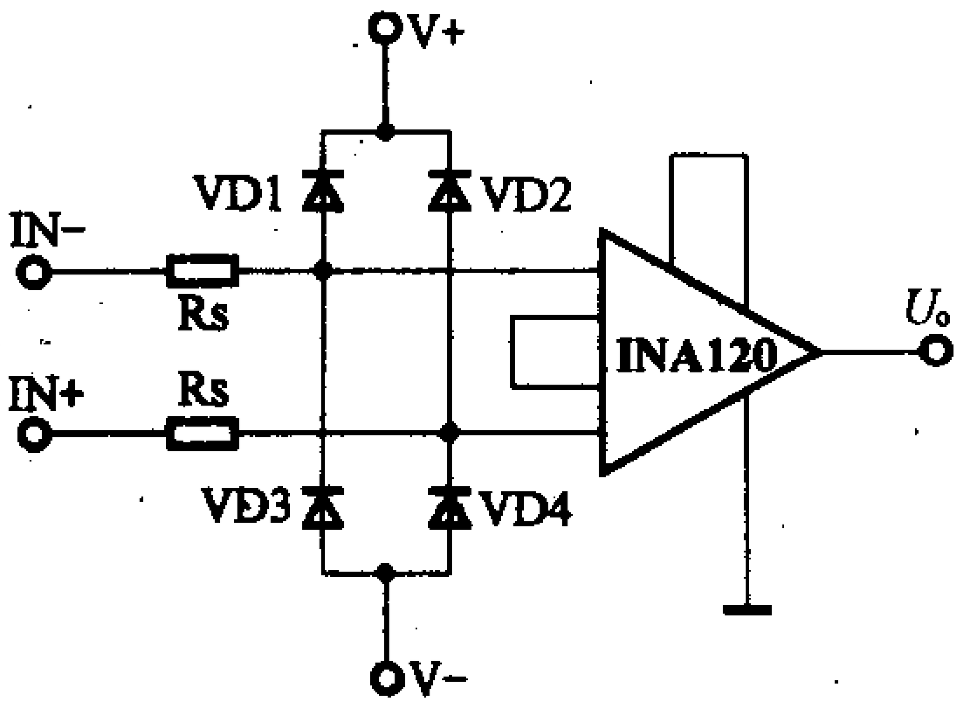
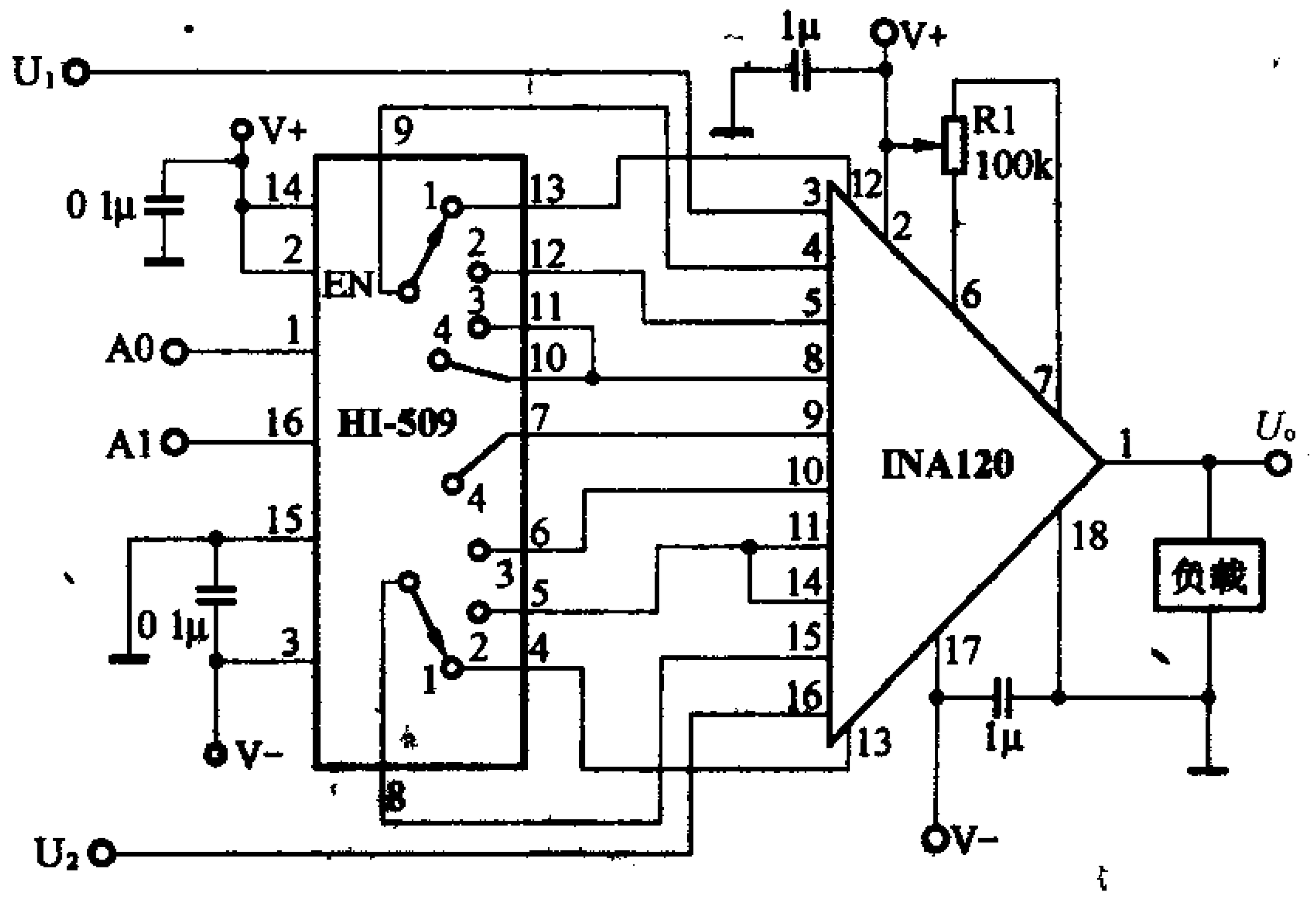


图 56

由于 INA120 的封装特点，特别适合作为开关增益放大器。图 57 就是这种接法的实例。HI-509 是 CMOS 多路模拟开关电路，通过对模拟开关 A0、A1 的数字控制便可获得 ×1、×10、×100 及 ×1000 的四种增益量。



书名
前言
目录
电脑·单片机·通信
跟我学做印制电路板
如何使用“元器件封装制作向导”＆黄培根
如何创建二极管和电解电容封装＆黄培根
如何创建特殊元件的封装＆黄培根
板框设计、元件调出与合理布局＆黄培根
绘制铜膜走线和“跳线”的使用＆黄培根
简单实用的“丝网印刷”工艺＆黄培根
计算机安装调试维修人员职业技能考核辅导专栏
电脑电源的结构、原理与故障检修＆韩广兴
数码相机的结构与原理＆韩广兴
ＤＶ摄录机的结构和原理（１）　　数码摄录机的种类和特点＆韩广兴
ＤＶ摄录机的结构和原理（２）　　ＤＶ数码摄录机的基本性能＆韩广兴
ＤＶ摄录机的结构和原理（３）＆韩广兴
ＤＶ摄录机的结构和原理（４）　　记录电路的结构和原理＆韩广兴
学用ＯｒＣＡＤ的电路绘图组件＆甘雨
如何降低电脑的噪声＆岩海
电脑噪声的来源及测量＆天涯
走进精彩的ＡＶＲ单片机世界
用ＡＴｍｅｇａ１６设计简单流水灯电路＆李鹏飞
ＡＶＲ熔丝位设置与软件模拟调试＆李鹏飞
ＡＶＲ与ＰＣ机的串行通信＆李鹏飞
ＡＴｍｅｇａ１６的中断系统与定时器／计数器的使用＆李鹏飞
ＡＶＲ单片机与４×４小键盘的使用＆李鹏飞
ＡＶＲ　Ｃ语言编程初步一Ｃ编译器的使用＆李鹏飞
用ＡＴＭｅｇａ１６打造独特的密码保管箱（上）——ＡＴＭｅｇａ１６内部ＥＥＰＲＯＭ的应用＆李鹏飞
用ＡＴｍｅｇａ１６打造独特的密码保管箱（中）——用ＡＴｍｅｇａ１６控制液晶显示屏＆李鹏飞
用ＡＴｍｅｇａ１６打造独特的密码保管箱（下）——ＬＣＤ与小键盘的综合使用＆李鹏飞
ＡＶＲ单片机的外部中断＆李鹏飞
ＡＴｍｅｇａ１６内部ＡＤＣ的应用＆李鹏飞
ＡＴｍｅｇａ１６休眠模式的应用＆李鹏飞
Ｐｒｏｔｅｕｓ应用技巧之总线方式画电路＆朱前华　　殷建彬
初识单片机测控应用
用单片机控制步进电机＆周坚
用单片机设计的测速表＆周坚
用单片机制作多路输入电压表＆周坚
用单片机控制机械手（硬件篇）＆周坚
用单片机控制机械手（软件篇）＆周坚
用单片机制作温度计＆周坚
单片机的应用扩展及编程
电冰箱液晶显示温控器＆周兴华
用单片机制作电池容量测试仪＆吴汉清
了解ＯｒＣＡＤ的ＰＣＢ布局布线工具＆甘雨
电子仿真软件ｍｕｌｔｉＳＩＭ的功能与特点＆路平
如何用Ｐｒｏｔｅｌ　ＤＸＰ画电路的重复部分＆张全威
制作电脑串口与手机接口的转换器＆赵永波
关于在Ｋｅｉｌ　Ｃ中嵌入汇编代码的方法＆刘亮
单片机Ｃ语言和汇编语言的简单比较＆王杰洁　　耿英杰
单片机的复位与“看门狗”问题＆张春峰
下载线＋接口电路——制作实用的单片机编程器＆杜敬仓
用ｍｕｌｔｉＳＩＭ　７设计简易信号源电路＆朱晓欣
Ｐｒｏｔｅｕｓ仿真软件中虚拟逻辑分析仪的使用＆李军斌

单片机液晶显示技术入门与提高
　　　　液晶模组的基本常识和选型＆徐世龙
　　　　常用液晶模块与５１单片机的接口电路＆徐世龙
单线控制计时模块＆熊亚希
用程序循环体作定时器的应用＆陈剑锋
Ｐｒｏｔｅｕｓ仿真软件中虚拟示波器的使用＆李军斌
用ｍｕｌｔｉＳＩＭ　７设计稳压电源电路＆李广武
自制ＭＰＬＡＢ　ＩＣＤ２在线调试／烧写器＆熊万国　　熊军锋
巧用标志位优化单片机应用程序设计＆郭春柱
基于单片机总线方式的数码管接口电路＆江勇
浅谈可编程逻辑器件及其开发工具＆朱玮
学用ｍｕｌｔｉＳＩＭ　７中的安捷伦虚拟仪器＆朱维婷
自制模板给Ｐｒｏｔｅｕｓ增加ＡＴ８９Ｃ２０５１仿真功能＆吴汉清
闪存盘摔坏后的硬件故障修复一例＆张诚
ＡＶＲＳｔｕｄｉｏ——基于汇编语言的ＡＶＲ系列单片机集成开发环境＆谢永宁
单片机数字电感测试仪＆吴菲
ＣＱ－８０Ｃ５１单片机在线编程、仿真、实验开发平台＆郝小平
Ｐｒｏｔｅｕｓ仿真软件中虚拟频率计的使用＆李军斌
用Ｕｌｔｉｂｏａｒｄ７制作印制电路板＆路平
彩色显示器亮度故障维修一例＆朱庆智
ＪＤＭ　ＰＩＣ编程器的原理与制作＆李春生
制作ＰＩＣ单片机低电压编程器＆吴立斌　　殷建彬
ＩＣ－Ｐｒｏｇ软件的使用方法＆陈学乾
用ＰＩＣ单片机控制的机电一体阀门＆付国迎
Ｐｒｏｔｅｌ９９　ＳＥ原理图绘制情景十一例＆张国华
业余学习制版的几个补充问题＆黄培根
串口调试器在单片机开发过程中的应用＆邢矫健
串口调试助手软件介绍＆邢矫健
全数字信号发生器的硬件设计＆周坚
用单片机和点阵图型ＬＣＤ显示屏制作流动图像＆陈燕春
怎样才能正确反汇编＆谢永宁
自制语音编程、远程控制试验板（硬件篇）＆金海亮　　戴旺森　　刘新甫
用金山词霸自动提示单片机指令功能和用法＆徐世锋
利用非标元件库创建国标元件＆刘明黎
巧用两片８位ＤＡＣ代替１６位ＤＡＣ设计高精度恒流源＆孙福成
用ＧＳＭ模块实现水位远程监控和预警＆王轲
用ＡＶＲ单片机制作廉价高性能的多路伺服电机控制器＆田大鹏
全数字信号发生器的软件设计＆史建福
自制语音编程、远程控制试验板（软件篇）＆金海亮　　戴旺森　　刘新甫
点阵液晶显示的多功能数字万年历＆陈燕春
基于ＡＴ８９Ｃ２０５１的乐曲播放器＆耶涛
简单实用的单片机水位采集系统＆李世国
自制８９Ｓ系列单片机ＩＳＰ下载线＆胡炼
制作ＭＣＳ－５１串行ＨＥＸ调试器＆刘亮
５１单片机串行通信程序的设计与调试＆谢永宁
办公网络奇怪问题排除记＆樊培彩　　张艳霞
常用串行ＥＥＰＲＯＭ的编程应用
　　　　常用ＥＥＰＲＯＭ以Ｉ２Ｃ总线连接单片机的编程方法＆温正伟
非集成元件库在Ｐｒｏｔｅｌ　ＤＸＰ中的使用＆刘明黎
用Ｐｒｏｔｅｕｓ仿真跑马灯实验电路＆孙梅梅
单片机编程技巧
　　　　多级文本菜单的一种简易实现＆刘海保　　程小辉
　　　　一种直观简单的单片机中西文混合显示方法＆浦晓明
增强型的ＳＴＣ８９Ｃ５１系列单片机简介＆邢矫健
“变频”智能水位控制电路＆乔晋兴
飞利浦Ｐ８９Ｃ５１系列单片机简介＆邢矫健
适合初学者入门的ＣＰＬＤ学习板＆示听乐

- 电动自行车在线防盗装置＆熊前柱　　赵亮方　　胡芳
- 在Ｐｒｏｔｅｕｓ中实现Ｃ５１源码级的调试＆李学礼
- 光驱仓门不易打开故障的修复＆杜益群
- 单片机开发工具ＤＩＹ
    - 简单实用的通用单片机控制板＆石伟屹
- 基于ＡＴ８９Ｓ５１的多功能音乐演奏器的设计＆谢亮
- 基于单片机的物料流量成分控制＆姚培君　　姜平　　周根荣
- 用Ｐｒｏｔｅｕｓ实现电脑和单片机串口通信的仿真＆吴汉清
- ＬＥＤ动感发光字的实现＆郑利敏　　崔宏亮

应用电路与制作

- 自制简易实用的微型交流电焊机＆刘峰　　周炳峻　　戈剑
- 新颖而简单的锂电池充电器＆唐黎明
- 微电脑倒计时、循环两用精确控时器＆陈九如
- ＬＥＤ手电筒的制作＆冉晓平
- 电子自动保温式加热器＆李亚兵
- 业余音箱制作系列
    - 倒相式音箱制作＆乔小兵
    - 做一对少见的音箱＆乔小兵
    - 做一对古典式的音箱＆乔小兵
    - 做一对没听说过的音箱——共鸣管式音箱＆乔小兵
    - 做一对古典式的音箱（上）＆乔小兵
    - 做一对古典式的音箱（下）＆乔小兵
- 机器人“全运会”专栏
    - 防跌下桌边机器人＆王怀东
- 机电互补式窗帘自动开闭电路＆张广森
- 交流电源过压、欠压的指示与保护＆解永勃
- 伸缩门控制器＆周军
- 常用集成功放识图技巧＆何海滨
- ＰＴ８Ａ２７１３Ｓ及其组成的带预放电的Ｎｉ－Ｃｄ充电器＆唐黎明
- 智能照明控制器的设计＆宋德杰
- 车库防盗报警器＆鄢瑞奇　　易柳军
- 太阳能警示灯＆陈建华
- 汽车电子制作
    - 车用电源转换器＆门宏
    - 车载快速充电器＆门宏
    - 自制Ｖ波段无线语音发射器＆王泽民
    - 汽车空气清新器＆门宏
    - ＭＰ３转发器＆门宏
    - 汽车冷热两用恒温箱＆门宏
    - 酒后驾车报警器＆门宏
- 语音型汽车防碰撞倒车“雷达”＆王南阳
- ＤＴ９９２Ｃ智能化面板校正数字万用表＆资料室
- ＡＤＳＬ“猫”电源通断及延时断电保护自动控制电路＆门勇志
- 巧改摩托车防盗器实现遥控关机及自动开机＆涂南均
- 数字温度传感器ＤＳ１８２５＆杨德印
- 用定时集成电路ＣＤ４５４１组成的定时供电器＆姜立中
- 家用型断线防盗报警器＆刘峰　　周炳峻　　郭小芬
- Ｃ＆Ｃ－ＰＲＯ超级４合１耳放实战ＤＩＹ＆程新忠　　黄永培
- ３００Ｗ大功率功放的制作＆田凯
- 用ＭＰ３升级汽车音响＆高国栋
- ＳＨ－３０７Ｂ系列多彩ＬＥＤ驱动集成电路＆陈有卿
- Ｔ３０８８Ａ型带伴奏打击乐发生器集成电路＆王南阳
- 自制助听器＆葛中海
- 红外线遥控开关的制作＆唐奂知
- 自制充电器＆葛中海
- 自制多功能硬盘式ＭＰ４影音播放器＆陶言
- 新颖实用电冰箱门开提醒器电路＆王南阳

ＰＴ２２６２万能遥控器的原理与制作＆唐奂知
简单实用的线圈匝间短路测试器＆张新安
具有同步功能的ＳＨ系列七彩ＬＥＤ驱动集成电路＆陈有卿
遥控编／解码模块在家庭装修中的应用＆唐奂知
充电应急灯的制作＆丁德勤
调频接收机加装无载频、无音频报警装置＆韩照训
感应保护型安全电源插座＆解永勃
镍氢电池容量筛选系统＆刘春梅　　曹文
简单的西瓜探熟器＆秋风
调感式全波段高灵敏度收音机推介和分析＆袁贺滔
新颖通用定时ＩＣ——ＰＴ８Ａ２５１２／２５１３＆唐黎明
储藏室的“保护神”＆李桐
工业二极管温度传感器及应用＆王吉玉
光电鼠标ＵＳＢ接口改成ＰＳ／２接口＆袁巧
高性能的调频多用无线发射器＆王泽民
烟雾报警器＆杨明智　　张超
具有限时密码和音乐回传功能的电话电器遥控器＆刘永华　　刘波
给电话来电显示器加装自供自充电源＆丁德勤
一款新型实用的电击蚊子拍＆曾燕凡
车载逆变器产品的电路及维修方法＆都永超　　万正富
节能先锋
　　教室照明节电控制器＆刘福启
　　光控型高亮度ＬＥＤ节能小夜灯＆孙志甫
　　超高亮ＬＥＤ迷你小台灯＆张晓光
　　简易红外遥控电灯开关＆陈沃明　　区忠勇
　　新颖的按键自锁式节水供水电路＆丁德勤
　　衣车节电器＆戴中清
　　多功能小夜灯＆马健荣
　　微功耗、多用途遥控节电插座＆李万乐
　　小经验　　小技巧
　　　　接触器与继电器的节电运行＆杨德印
　　　　节能防烧死电烙铁小技巧＆刘冠明
　　　　用ＬＥＤ照明代替传统石英射灯＆刘冠明
　　　　居室夜间照明节电小技巧＆罗兆军
　　　　家庭节电点滴小经验＆丁德勤
　　　　利用手机旧电池改装万用表＆邵子扬　　吕益光
　　　　节能灯光控开关＆俞虹
输液自动监护器＆常光宇　　王伟　　范凯
多功能报警器＆李亚兵
用ＤＳ６００构成的计算机系统风扇温度控制器＆李二友
自制教学用电工实验台＆杨明智
自制储热型电暖气及其控制电路＆张国清
自制ＴＯＰ－９３６Ａ型焊台＆张晓光
适合聋人用的多用途无线遥控门铃＆李万乐
红外线遥控无线延伸器的原理与制作＆唐奂知
带微音监测的住户号码传送报警器＆刘永华　　刘一卉
打造自己的ＭＰ３微型有源音箱＆吴红奎　　吴红静
电话呼叫装置＆郎筠　　韩照训　　朗东风
新颖实用的ＬＥＤ床头小夹灯＆孙志甫
实用电工
　　家庭实用电工
　　　　电工的安全装置规程＆林文彬
　　　　常备工具、材料及其应用＆林文彬
　　　　导线与插座、开关、电器＆林文彬
　　　　住宅线路隐蔽工程设计方案示例＆林文彬
　　　　导线的连接工艺方法＆林文彬
　　图说电工知识

图说安全用电＆杨国治
图说三相正弦交流电路＆杨国治
图说电磁感应＆杨国治
图说变压器＆杨国治
图说直流电＆杨国治
异步电动机是怎样转动起来的＆杨国治
巧招妙制多用感应测电笔＆丁德勤
防雷防过压的新型家用漏电断路器＆徐海洪
简易家用电器漏电报警插座＆王泽纯
低成本、微功耗、高灵敏自动限电控制器＆丁德勤
老式控温烘箱和培养箱的技术改造＆张国清
农用变压器维护知识与常见故障排除＆李恩花　　孔令文
家庭安全用电不可忽视的因素——插头插座的选购和安装＆肖军
一种三相交流电动机启动器缺相保护电路的设计＆林涛　　林文彬
单相异步电动机启动绕组应怎样技术改造＆宋晓东
一款带有过压保护的漏电断路器及其检修＆顾仲飞
处理老化的导电橡胶有绝招＆顾仲飞
可调压电源插座＆梁肇全
也谈“老式控温烘箱和培养箱的技术改造”＆梁肇全
三相异步电动机改接单相电源工作＆张树弼
初学者园地
图说正弦交流电＆杨国治
电子控制技术入门
数字集成电路（５）＆孙心若
数字集成电路（６）＆孙心若
教具、学具和活动建议＆孙心若
学·做·用
会“说话”的礼品盒＆张晓东
节日音乐闪光盆花＆张晓东
趣味游戏器——“小狗唱歌”＆张晓东
实用有趣的延时小夜灯＆张晓东
“不许动！”防盗器＆张晓东
太阳能庭院灯＆张晓东
感应式测电器＆张晓东
电子游戏器——“虎口拔牙”＆张晓东
趣味报晓“电子鸟”＆张晓东
测光文具盒＆张晓东
声控音乐“圣诞老人”＆张晓东
２００５年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题（远郊区县初中组）
２００５年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题答案（远郊区县初中组）
片状元器件的焊接＆陈子聪
２００５年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题（高中组）
２００５年北京市中小学生电子技术竞赛笔试题答案（高中组）
示波器的正确使用方法及使用技巧＆朱英明　　张国栋
不断变化的录音技术＆段现星
图说ＲＣ和ＲＬ电路的瞬态过程＆韩雨梅　　杨国治
音箱调试小经验＆冯征
晶体三极管在振荡电路中的变通运用＆莫恩
常见电子元器件检测技巧＆刘学伟
处理老化了的导电橡胶有绝招＆张俊霞
几种有趣的物理电学演示实验＆杨国平
经典电子制作A系列（上）＆周宝善
经典电子制作A系列（下）＆周宝善
经典电子制作B系列（上）＆周宝善
经典电子制作B系列（下）＆周宝善
经典电子制作C系列（上）＆周宝善
经典电子制作C系列（下）＆周宝善

浅谈传声器的技术特性、选择和使用＆吴伟
道盛ＤＳ－３２０８型Ｈｉ－Ｆｉ有源音箱简介＆周继征
计算机按钮控制式附加电路＆丁德勤
现代电源技术的发展＆张少利　　段现星
５５５集成电路实验套件（上）＆王晓鹏
５５５集成电路实验套件（下）＆王晓鹏
自制钻孔模板＆邢志鹏
教你如何检修节能电子灯＆孟睿
晶体三极管ＨＦＥ的多挡电流测试＆成元学　　刘静
无线报警系统探头通用性大破解＆法师
消息·书讯
《无线电》杂志推荐书目
欢迎参加“节能先锋”设计大赛
“三知杯”第三届军地电子制作邀请赛
《无线电》２００１－２００５年合订本光盘即将出版＆编辑部
２００６年第４期有奖读者调查获奖名单＆编辑部
“跟我做ＡＶＲ单片机实验”系列文章预告
“节能先锋”活动评选结果＆编辑部
２００５年《无线电》增刊与合订本销售点
２００６年（下）附录
十二种高级运算放大器电路简析及其典型应用＆周彦芳
一、ＩＮＡ１１０通用型高速ＦＦＴ输入放大器电路
二、ＩＮＡ１１４／１１５通用型仪器放大器电路
三、ＩＮＡ１３１通用放大器电路
四、ＡＤ５２２高精度数据采集放大器
五、ＡＤ５２４高精度放大器
六、ＡＤ５２４高精度仪器放大器
七、ＡＤ６２５高精度仪器放大器
八、ＩＮＡ１０１高精度仪器放大器
九、ＩＮＡ１０５高精度单位增益差动放大器电路
十、ＩＮＡ１０６高精度１０倍增益差动放大器电路
十一、ＩＮＡ１２０高精度仪器放大器电路